

ZEITSCHRIFT  
für  
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)  
und  
Pflanzenschutz

---

47. Jahrgang.

Mai 1937

Heft 5.

---

**Originalabhandlungen.**

**Der Stand der Maikäferfrage.**

Von H. Blunck.

Mit 2 Abbildungen im Text.

(Aus dem Institut für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn.)

Für weite Gebiete Deutschlands und darüber hinaus ist der Maikäfer entschieden immer noch der größte tierische Pflanzenschädling. Während die Verluste, welche der Käfer selbst bewirkt, noch einigermaßen erträglich sind, wirkt sich starker Engerlingsfraß katastrophal aus. Die Erträge können auf die Hälfte der Norm und stärker absinken (Meyer-Bahlburg 1933, S. 217, Schuch 1935, S. 73, Ext 1937). Nicht selten wird Neubestellung erforderlich. Keine Kultur bleibt verschont, weder in Garten und Feld noch im Forst. Mir ist in Holstein eine Gemeinde (Schmalensee) mit etwa 800 ha Acker- und Gartenland bekannt, die 1924 durch Engerlingfraß Ausfälle im Werte von 60 000 RM erlitt (Harder u. Schuch 1935, S. 73). In Frankreich werden die Gesamtverluste durch Maikäfer- und Engerlinge auf jährlich 250 bis 300 Millionen Goldfranc, in Hauptflugjahren sogar auf 1 Milliarde geschätzt (Heß, Forstschutz, 3. Aufl., 1898, S. 273, Decoppet 1920, S. 77).

Gemessen an solchen Schäden ist das, was bislang zur Minderung der Plage geschieht, erstaunlich dürftig. Vielfach scheint der Landwirt in der Tat, wie Welte (1933, S. 126) in Wiederholung der alten Klage Plieningers (1834, 1868, S. 14—15) meint, Maikäfer und Engerling für von Gott gesandte Landplagen zu halten, gegen die vorzugehen fruchtlos, wenn nicht gar sündhaft wäre. In solchen Dingen hat man selbst im Mittelalter anders gedacht, wenn auch die damals eingeschlagenen Bekämpfungsverfahren nicht unsere Billigung finden. Das geistliche Gericht von Lausanne zitierte 1479 die Engerlinge in förmlichem Monitorio und tat sie in den Bann (Krünitz 1807, S. 241). Wir laden Maikäfer nicht mehr vor Gericht. Aber wir tun ihnen auch sonst wenig.

Warum vernachlässigen wir das Maikäferproblem? Der Pflanzenschutz hat es doch bei anderen Plagen von gewiß nicht größerer volkswirtschaftlicher Bedeutung an Anstrengungen nicht fehlen lassen. Und sie haben sich gelohnt. Ich denke an die im Wald-, Wein-, Obst- und Rübenbau geleistete Arbeit. Während wir dortige Kardinalschädlinge, wie den Kiefernspanner, die Forleule, den Heu- und Sauerwurm, den Apfelblattsauger und die Rübenwanze, also ursprünglich kaum angreifbar erscheinende Schädlinge, dank zäher Forschungsarbeit heute einigermaßen in der Gewalt haben, kann beim Maikäfer davon keine Rede sein. Es gibt zu denken, daß die einzige Stelle, an der bei uns großzügig und mit modernen Mitteln über den Käfer gearbeitet wird, nicht zur Land-, sondern zur Forstwirtschaft gehört. Es ist dringend an der Zeit, daß wir uns auch im landwirtschaftlichen Pflanzenschutz zu energischer Arbeit aufraffen. Die Forderung richtet sich an die Forschung, wie an die Praxis. Die Forschung muß unsere Waffen zur Bekämpfung von Käfer und Larve weiter schärfen und ergänzen. Die Praxis muß das vorhandene Rüstzeug besser nützen.

Um das Interesse an dieser Aufgabe zu beleben, sind die uns bislang gegen den Käfer zur Verfügung stehenden Kampfmittel, ihre Mängel und die Möglichkeiten, weiter zu kommen, nachstehend zusammengestellt. Ein die Bekämpfung des Engerlings behandelnder Artikel wird folgen.

Versuche, gegen den Maikäfer mit chemischen Mitteln vorzugehen, sind bislang gescheitert. Der Käfer ist auffällig giftfest. Selbst arsenhaltige Mittel haben versagt. Mit Schweinfurtergrün-Brühe glaubte allerdings von Tubeuf (1908, S. 72) im Vorversuch durchschlagende Erfolge erzielt zu haben. In Baumbeständen — und auch diese werden vom Käfer gern befliegen — läßt sich aber mit Spritzmitteln schwerlich lohnend arbeiten (s. a. Escherich 1923, S. 91 Anm.). Mit einem arsenhaltigen Stäubemittel (Esturmit) hat Sachtleben (1928, S. 19—46) dem Tier beizukommen gesucht. Die groß aufgezogenen Versuche liefen unter natürlichen Verhältnissen im Freiland. Sie gingen negativ aus (s. a. Kalandadze 1927, S. 1—96, Escherich 1928, S. 241—436). Zu ihrer Wiederholung ist schon wegen der Gefährdung von Mensch und Vieh, von Vögeln und Wild nicht zu raten, sind wir doch selbst im Kampf gegen arsenanfällige Waldinsekten, wie Nonne und Kiefernspanner, von diesen Mitteln aus solchen Rücksichten wieder abgekommen.

Eher versprechen vielleicht Bemühungen, den Käfer mit hochgiftigen Kontaktmitteln zu töten, Erfolg. Ich denke dabei u. a. an die neuen o-dinitrokresolhaltigen Präparate, also an Detal, Effusan, Lipan usw. An einschlägigen Versuchen fehlt es aber noch. Bei diesen wäre auch zu prüfen, ob die erhebliche Ätzwirkung, welche solche Mittel auf das Laubwerk der behandelten Pflanzen entwickeln, hinreichend



durch den Johannistrieb wieder ausgeglichen wird. Bei Rotbuchen und Eichen ist das nicht unwahrscheinlich. Alsdann wäre die mit der Bestäubung verbundene Laubbeschädigung sogar nicht unerwünscht, weil sie sich gleichzeitig in eine Verkürzung der Anflugfronten des Käfers auswirken würde (s. S. 271—272).

Vereinzelte ist auch empfohlen worden, die Käfer durch Feuer anzulocken und zu vernichten. (Cogho, Jahrb. schles. Forstverein 1886 S. 200—203). Einen Versuch dieser Art hat Brandrup (1932, S. 24) durchgeführt. Unter alten Eichen wurden große Scheiterhaufen entzündet. „Es dauerte gar nicht lange, da prasselten aus den höchsten, sonst unerreichbaren Baumspitzen unzählige Tiere durch die enorme Wärmewirkung nieder in das Feuer; zahlreiche andere kamen angeschwirrt; scheinbar durch den Lichtschein angezogen und flogen direkt in die Flammen. Der Erfolg war . . . ein guter. Auch diese Bekämpfungsart kann nur empfohlen werden.“ Bei einem ähnlichen Versuch, der sich gegen den Waldmaikäfer (*M. hippocastani*) richtete, hatte Feddersen (1896, S. 288) dagegen ein negatives Resultat. „Das Feuer lockte die Käfer nicht an und nur sehr wenige flogen in dasselbe hinein.“ v. Arnim-Kröchlendorff (1935) hing in beflogenen Eichen 100-kerzige elektrische Lampen auf, unter denen große, zur Hälfte mit Wasser gefüllte Blechwannen angebracht waren. Je Falle wurden in einer Nacht bis zu 1½ Ztr. Käfer erbeutet. Das Ergebnis wird als „nicht ungünstig“ beurteilt. Trotz solcher Erfolgsmeldungen wird man aber gut tun, skeptisch zu bleiben. Es soll nicht bezweifelt werden, daß viele Maikäfer künstlichen Lichtquellen zuflogen. Ein jeder hat die Tiere wohl schon abends um Straßenlaternen schwärmen sehen. Noch zahlreicher finden sich aber dort die Nachtfalter ein. Auch diese hat man durch starke Lichtquellen anzugreifen gesucht. Die Ergebnisse waren immer negativ. Die Zahl der gefangenen Individuen steht in gar keinem Verhältnis zu denen, die den Fallen entgehen. Nicht größer als bei den Faltern scheint mir die Aussicht, dem Maikäfer mit solchen Mitteln ernstlich Abbruch zu tun.

Zahlreiche Käfer werden während der Flugzeit von Vögeln vertilgt. Krähen, Stare, Möven und Eulen haschen die Käfer im Flug. Die Krähen, vor allem Saatkrähe und Dohle (v. Arnim 1934, S. 404 bis 405, Schuch 1935, S. 173), sammeln auch die Bäume und Sträucher nach ihnen ab. In Hauptschadjahren sind sie hier aber alle ebenso machtlos wie gegen anderes in Massen auftretendes Ungeziefer (Nörd-1868, S. 48—58, Haenel 1918, S. 34—42).

Wenn die Aussichten im Kampf gegen den Maikäfer trotz allem im allgemeinen nicht ungünstig beurteilt werden, so beruht das zur Hauptsache darauf, daß die Tiere mechanisch gesammelt und unschädlich gemacht werden können. Bei kaum einem anderen Insekt

liegt dieses Vorgehen so nahe wie hier. Der Maikäfer ist allbekannt, groß, auffällig, häuft sich in seinen wenigen Flugwochen an verhältnismäßig leicht zugänglichen Stellen und ist ein gut Teil des Tages unfähig zur Flucht. Besondere biologische und technische Vorkenntnisse scheinen bei der Jagd auf ihn kaum nötig zu sein. Es ist darum begreiflich, daß die meisten Autoren sich von der Praxis des Maikäferfangs viel versprechen und diesen angelegentlich empfehlen. Ratzeburg hat schon vor 100 Jahren (1837, S. 71) das Abfangen für die „einzige Radicalcur“ erklärt. Ihm folgen fast alle späteren Autoren. Und Escherich (1923, S. 91) faßt das heutige Urteil zusammen: „Das Absammeln der Maikäfer ist das einzig wirklich lohnende Bekämpfungsmittel gegen Maikäferkalamitäten“.

Es fehlt aber auch nicht an skeptischen Stimmen. Nördlinger (1869, S. 132) zweifelt an der „Durchführbarkeit und Zweckmäßigkeit einer allgemein auszuführenden Maikäfervertilgung“. Verschiedentlich ist darauf hingewiesen, daß der Maikäferfang an Geländeschwierigkeiten scheitern kann und daß er aus diesem Grunde in großen Forstrevieren von vornherein undurchführbar sei (Raatz 1891, S. 588, Boas, Tidsskr. Landök. 1892, Rothe 1906, S. 74—75, Brandt, Silva 1928, Weckwerth 1935, S. 75—76). Meyer-Bahlburg (1933, S. 217—218) meint, daß es auch in einer normalen Feldmark mit ihren kilometerlangen Laubwaldgrenzen, Baumreihen, Knicks, Dornen- oder Weidenhecken ausgeschlossen sei, mit Sammelarbeit zu irgend welchen sichtbaren Erfolgen zu kommen. „Im Gebiet von Großschäden bleibt alle Sammelarbeit ein Tropfen auf den heißen Stein“ (ders. 1934, S. 156).

Es liegt unter diesen Umständen nahe, nach dem Ausgang der bislang durchgeführten Sammelaktionen zu fragen. An solchen hat es ja nicht gefehlt. In einigen mitteleuropäischen Ländern ist das Maikäfersammeln in starken Flugjahren seit altersher im Schwunge, angefangen mit kleinen, örtlich begrenzten Handlungen bis zu großen, sich über ganze Provinzen erstreckenden Maikäferschlachten.

Rein zahlenmäßig sind die bei solchen Großkämpfen eingebrachten Beuten imponierend. Es wurden an Maikäfern gesammelt: im Leipziger Kreis 1864 378 Millionen Stück, im Gebiet des landw. Centralvereins der Provinz Sachsen 1868 1½ Milliarden Stück (Taschenberg 1892, S. 95, Schmidt-Göbel n. Brandrup 1932, S. 32), in der Schweiz, Kanton Zürich, im Bereich des Berner Käferstamms bis zu 472 714 Liter (s. Abb. 1) und im Bereich des Urner Stamms bis zu 670 000 Liter im Jahr (s. Abb. 2) (1 Liter = ca. 500 Stück) (Decoppet 1920, S. 29—40), in Nieder-Österreich 1912 1½ Milliarden Stück, in Vorarlberg 1927 273 Millionen Stück (Zweigelt 1933, Nr. 3), in Dänemark 1887 5 Milliarden Stück, 1891 2 Milliarden Stück, 1895 1 Milliarde Stück, 1899 1,1 Milliarden Stück (Boas und Thomsen 1922, S. 57, Rostrup



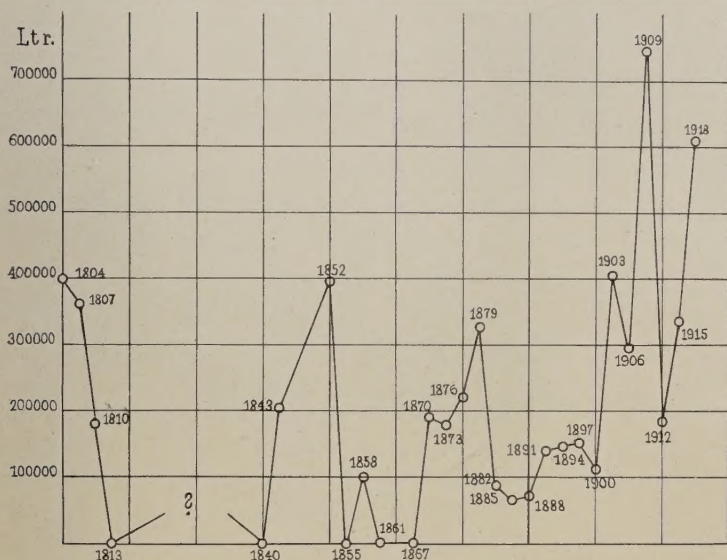


Abb. 1. Ausbeute der Maikäfer-Sammelaktionen in Liter im Kanton Zürich, Berner Stamm 1804—1918. (Zusammengestellt nach dem von Decoppet 1920 mitgeteilten Material.)

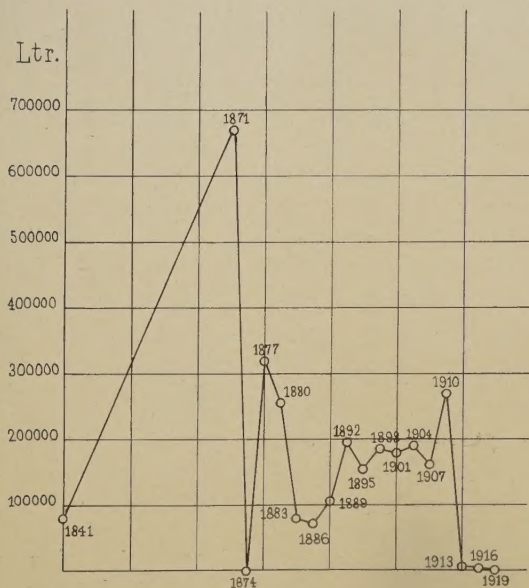


Abb. 2. Ausbeute der Maikäfer-Sammelaktionen in Liter im Kanton Zürich, Urner Stamm 1841—1919. (Zusammengestellt nach dem von Decoppet 1920 mitgeteilten Material.)

und Thomsen 1931, S. 124, 126). Im Vergleich dazu erscheinen die Ausbeuten der in Deutschland in den letzten Jahren ausgeführten, allerdings mehr lokalen Aktionen unbedeutend: Nußwinkel 1932 15½ Millionen Stück (Brandrup 1932, S. 29), Werder 1933 8,3 Millionen Stück (Knoll 1933, S. 89—90), Reg.-Bez. Kassel 1934 75 Millionen Stück (Meyer-Hermann 1934, S. 616, 1935, S. 1075), Forstamt Haidekrug südlich Dessau 1934 3,6 Millionen Stück (Möbius 1935), Forstamt Viernheim 1930 120 hl, 1934 157 hl oder rund 8 Millionen Stück (Groos 1934, S. 752).

Die mitgeteilten Zahlen geben ein Bild von der ungeheuren Menge, in der die Maikäfer in manchen Jahren fliegen, über die praktische Auswirkung der Fangtätigkeit sagen sie an sich aber nichts aus. Über den Erfolg entscheidet ja nicht nur die Menge der gefangenen, sondern vor allem die der übrig bleibenden, entscheidet das Verhältnis der erbeuteten zu den den Häschern entgangenen Käfern. Auf die Frage nach dieser Relation bleiben aber die meisten Berichte die Antwort schuldig. Nach v. Manteuffel (Forst- u. Jagdztg. 1865 S. 102, Nördlinger 1868, S. 66—67) ist das Wegfangen von 15000 Hektolitern Maikäfer im Leipziger Bezirk — gemeint ist das oben (s. S. 260) erwähnte Flugjahr 1864 — nicht „von sichtbarem Einfluß auf die Verminderung der Käfer“ gewesen (s. aber u. S. 267). Auch Weckwerth (1935, S. 75—76) konnte nach Abfangen von 645 000 Käfern von einer 20 ha großen Kulturfläche (Forst) keinerlei Abnahme der Schädlinge bemerken. Die Ausbeute durch Menschenhand ist „lächerlich gering“ verglichen mit den durch Sauen, Maulwurf oder Mäuse gefressenen Engerlingen. Decoppet (1920, S. 70—71) schätzt, daß im Kanton Zürich in den Hauptflugjahren mehr als 1 Maikäfer je Quadratmeter besiedlungsfähigen Landes (Acker, Garten und Forst) schlüpft. Gefangen wurden, bezogen auf diese Nutzungsfläche, im Durchschnitt der Fangjahre aber nur 1 Käfer auf 5 qm und bestenfalls (1909) 1 Käfer auf 2 qm, also durchschnittlich weniger als ein Fünftel und höchstens einmal die Hälfte der vorhandenen Käfer. Zu noch ungünstigeren Ergebnissen sind wir 1934 bei unseren Erhebungen in Ostholstein gekommen. Nach den von Schuch (1935, S. 75) erarbeiteten Unterlagen sind im Zentrum des Befallsgebiets je Hektar 30 000 oder je Gemarkung, gerechnet zu 1000 ha, 30 Millionen Käfer geschlüpft. Erbeutet wurden aber bestenfalls 100 Ztr. je Gemarkung oder 5 Millionen Stück, also höchstens ein Sechstel der Gesamtmenge. In der großen Mehrzahl der Gemeinden lag der Satz noch viel niedriger.

In seiner ganzen Bedeutung kann dieses ungünstige Verhältnis erst erfaßt werden, wenn der 100-Satz der erbeuteten zur Vermehrungsfähigkeit der Maikäfer in Vergleich gesetzt wird. Das Weibchen legt nach Raspail (Decoppet 1920, S. 58) und Scheidter (1926, S. 159) in 2—3 Intervallen von 8—16 Tagen bis zu 80 Eier, nach Reh (1913,



S. 582), Heymons (1915, S. 462) und der Mehrzahl der älteren Autoren 60—70, meist allerdings, nach den Beobachtungen von Rostrup (1900), Schwerdtfeger (1928, S. 297), Schuch (1935, S. 165—172) und eigenen Befunden zu urteilen, weniger, nämlich etwa 40—60 Stück, in Jahren mit ungünstigem Flugwetter eine noch geringere Zahl. Als Mittel dürften 50 zur Befruchtung und Ablage kommende Eier anzusetzen sein. Das Geschlechtsverhältnis beträgt rund 1 : 1 (Decoppet 1920, S. 62). Nach den von Bremer (1929, S. 254—272) und Zwölfer (1930, S. 724—759) gegebenen Formeln ergibt sich daraus der normale Vernichtungsquotient, d. h. der Anteil der Bevölkerung, der laufend ausgemerzt werden muß, damit der Bestand nicht ansteigt, als 96 %. Oder, anders ausgedrückt, wenn nur 4% der Käfer zur normalen Fortpflanzung kommen, reicht ihre Nachkommenschaft aus, die Population in ihrer bisherigen Stärke zu erhalten. Dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß diese restlichen Nachkommen sämtlich ihre Entwicklung normal beenden. Die den Fangaktionen zum Opfer gefallenem Käfermengen bleiben hinter 96 % in allen Fällen weit zurück. Durch die Sammeltätigkeit allein ist also bisher wohl in keinem Fall die Zunahme der Gradation unterbunden, geschweige denn ein Rückgang der Bevölkerungsdichte der nächsten Generation bewirkt worden.

Nun werden aber schon bei sich gleichbleibender Populationsdichte durch die natürlichen Begrenzungselemente laufend 96% der Nachkommenschaft im Jugend- oder Vollerfstand ausgemerzt. Die Frage liegt nahe, ob etwa die durch die Sammelaktionen hinzutretenden Abgänge genügen, die an der Totalvernichtung fehlenden Prozente voll zu machen. Der absolute Begrenzungswert der Fangausbeute liegt, wie wir gesehen haben, zweifellos oft wesentlich höher als 4%. Es kommt aber auch hier wieder nicht auf diesen, sondern auf den relativen Wert an, d. h. es ist, wie schon Boas (Tidsskr. Landökonomi 1892 S. 308) betont hat, natürlich nicht zulässig, den Hundertsatz der weggefangenen Käfer einfach zu dem zu addieren, der durch andere für ihn und seine Brut ungünstige Einwirkungen in Wegfall kommt. Die den Massenwechsel des Maikäfers regelnden Begrenzungsfaktoren sind nach Art und Wirkungsintensität noch nicht so gut bekannt, daß es möglich wäre, schon Populationsgleichungen im Sinne Zwölfers (1930, S. 724—759) aufzustellen. Rein rechnerisch kommen wir bei dem Versuch, ein Maß für den praktischen Wert des Sammelverfahrens zu finden, also vorläufig nicht weiter. Es bleibt uns nur die Möglichkeit, diesen an der Stärke der auf die angegriffene folgenden Generationen zu prüfen.

Leider läßt uns das Schrifttum auch an dieser Stelle wieder weitgehend im Stich. Den vielen Meldungen über die Durchführung kleiner

und großer Sammelhandlungen stehen nur ganz vereinzelt Notizen über die Stärke des Engerling- oder Käferbefalls in den auf die Aktion folgenden Jahren gegenüber. Das Wenige, das ich fand, ist nachstehend zusammengestellt.

In Dänemark (Boas 1904, S. 1—24, Rostrup und Thomsen 1931, S. 124—125) wurden eingetragen 1887 7½ Millionen, 1891 3,2 Millionen, 1895 1,6 Millionen, 1899 1,7 Millionen, 1903 8000 und von einem anderen Stamm 1898 ca. 370 000, 1902 71 000 Pfund (1 Pfund = 650 Stück) Käfer. In den folgenden Jahren setzte sich die Abnahme fort. Im Amte Praestö betrug die Ausbeute 1895 192 000 Pfund Käfer, 1897 208 000 Pfund Engerlinge, 1899 203 000 Pfund Käfer, 1901 11 000 Pfund Engerlinge und 1903 173 Pfund Käfer. Da die Sammeltätigkeit in Dänemark seit 1887 unter staatlichem Druck erfolgte, ist wohl anzunehmen, daß ihre Intensität sich im wesentlichen gleich geblieben ist. Die Höhe der Ausbeuten spiegelt also die Stärke des Käferflugs in den einzelnen Jahren.

Die Ergebnisse der in der Schweiz im Kanton Zürich seit Beginn des vorigen Jahrhunderts unter ähnlichen Bedingungen wie in Dänemark durchgeführten und darum ebenfalls Rückschlüsse auf die Flugstärke gestattenden Sammelaktionen wurden schon gestreift. Ich verweise nochmals auf die an Hand der von Decoppet (1920, S. 23—43) gesammelten Daten gefertigten graphischen Abbildungen 1 und 2.

Aus Deutschland liegen mir nur von vier Stellen Meldungen über mehrere Flugjahre hindurch systematisch fortgesetzte Fanghandlungen vor.

Nach Taschenberg (1892, S. 95) flogen die Maikäfer im Bezirk des landwirtschaftlichen Centralvereins der Provinz Sachsen, nachdem 1868 30 000 Zentner oder 1599 Millionen Stück getötet waren, 1872 nicht stärker als „in manchen andern Jahren und verrieten keineswegs das an ihnen sonst so gesegnete Schaltjahr“ (s. aber oben S. 262),

Eckstein (1907, S. 45) verzeichnet, daß in Wilhelmswalde gesammelt wurden: 1889 24 256 Liter, 1894 27 438 Liter, 1899 9 456 Liter, 1904 2 309 Liter. „In vier Flugjahren wurde durch Sammeln die Zahl der Käfer auf etwa  $\frac{1}{12}$  herabgedrückt. . . .“

Von 1903—1915 hat der Forstmeister Puster den Bienwald in der Rheinpfalz unter Einbeziehen immer größerer Flächen nach dem Sammelverfahren von Maikäfern zu bereinigen gesucht. Die Aktion ist von ihm (1910, S. 633) im Forstw. Centralblatt und von Escherich (1916, 27 pg.) in einer Flugschrift auf das fesselndste unter dem Untertitel „Ein Musterbeispiel technischer Schädlingbekämpfung“ beschrieben und dadurch in weiten Kreisen bekannt geworden. Es wurden 1903 von 300 ha 7½ Millionen, 1907 von 1200 ha 15 Millionen, 1911 von 1750 ha 22 Millionen und 1915 14 Millionen Individuen erbeutet.



Nach 1911 war „die Macht der Millionenheere . . . gebrochen“ (Escherich 1916, S. 26). Während bis dahin trotz kostspieligster Kulturmethoden nur noch Kiefern hochgebracht werden konnten, gelang in der Folge selbst in den schlimmsten Maikäferzentren wieder die Kultur aller Holzarten, sogar die der Tanne. Am 28. April 1928 antwortete mir Herr Puster auf Anfrage, ob die günstige Auswirkung der Fangtätigkeit noch anhalte, bejahend. Er schreibt u. a.: „Auch die von mir als verloren erachteten Buchenjunghorste haben sich derart erholt, daß selbst ein kundiges Auge die 20jährige, schwere Krankheit nicht mehr sieht. Der Maikäferfang von 1911 hat zwar den Maikäfer nicht restlos vernichtet, aber er hat . . . der Wirtschaft die seit 1883 verlorene waldbauliche Freiheit wiedergegeben“. „Den Maikäferflug von 1927 habe ich beobachtet. Ich schätze, daß immer noch 4 bis 5% der Käfermenge von 1911 und 1915 schwärmten“. Die Kosten des Verfahrens haben in den 5 Flugjahren insgesamt 56 900 *M* oder reichlich 11 *M* je Hektar und Fangjahr und 3 *M*/ha je Kalenderjahr betragen. Einer Jahresausgabe von 3500 *M* steht ein Jahresgewinn in Form von Zuwachsvermehrung von 75 000 *M* gegenüber (Escherich 1916, S. 26).

Seit 1928 arbeitet der Gutsbesitzer Dr. Runge, Schmatzin in Pommern, unter Nutzung aller praktisch durchführbaren Verfahren (Sammeln von Käfern und Engerlingen, Einsatz von Hühnerwagen hinter dem Pflug usw.) darauf hin, seinen ca. 500 ha großen Hof von der im dortigen Bezirk besonders schweren Plage zu befreien. 1930 wurden 24, 1934 43 Ztr., oder 1,2 bzw. 2,15 Millionen Maikäfer eingetragen. Die Auswirkung wurde an dem Befall des 50 ha umfassenden Rübenschlags gemessen, auf dem in den Hauptfraßjahren alle absterbenden Pflanzen aufgenommen wurden. Dabei wurden im Fraßjahre 1929 95 000 und 1932 120 000 Engerlinge gezählt. 1936 blieben die Rüben dagegen genähert befallfrei, während die Nachbargüter weiter auf das schwerste zu leiden hatten. 1932 wurden je Hilfskraft täglich 1000 bis 1200 Engerlinge eingetragen, 1936 dagegen nur 60 Stück, sodaß die Larvensuche eingestellt werden konnte. (Briefliche Mitteilung vom 9. 2. 1937.) Der Befall wäre demnach z. Zt. praktisch erloschen.

Der erste Eindruck, der sich beim Lesen dieser und besonders der dänischen sowie der schweizer Berichte aufdrängt, ist der, daß die Populationsdichte der Käfer von Flugjahr zu Flugjahr außerordentlich starken Schwankungen unterliegt. Jahre mit erdrückend schwerem Befall wechseln in unregelmäßigen Perioden mit solchen, in denen der Maikäfer so selten ist, daß sich die Sammeltätigkeit nicht lohnt. Es fragt sich aber, ob der Wechsel als Auswirkung der Fangaktionen zu deuten ist. Die Auffassung der deutschen Forscher und Praktiker (Escherich, Puster, Runge) ist bereits mitgeteilt. Sowohl in

Dänemark wie in der Schweiz sind die besten Kenner der Verhältnisse (Boas, Decoppet) aber eher zu verneinender als zu bejahender Antwort geneigt. Sie machen geltend, daß die Intensität des Käferflugs auch in Zeiten geschwankt hat, in denen keine Sammlungen stattfanden, und daß die Sprünge im Massenwechsel dann auch nicht kleiner waren als sonst. So ist der Maikäfer in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in Dänemark augenscheinlich nur schwach aufgetreten (Boas 1904, S. 12, Rostrup und Thomsen 1931, S. 123), dann in den 50er Jahren ungeheuer stark geflogen, in den 60er Jahren aber wieder verschwunden, ohne daß damals schon von geregelter und allgemeiner Fangtätigkeit die Rede sein konnte. In den 70er Jahren begann eine neue Vermehrung, die zu der schon oben (s. S. 264) gestreiften, bis zur Jahrhundertwende reichenden Gradation führte. Nach 20jähriger Pause nimmt die Flugdichte seit 1925 wieder zu, (Anon. 1930, S. 458—508, Grøntved, Vort Landburg 1934, S. 255). Es gibt nun sehr zu denken, daß diese Perioden sich in Schleswig-Holstein ganz gleichartig wie in Dänemark abwickelten, obgleich bei uns vielerorts überhaupt nicht und kaum irgendwo über größere Gebiete hin mit der gleichen Intensität gesammelt wurde wie bei unserem nordischen Nachbarn. Trotzdem setzte der Befall nicht nur gleichzeitig wie in Dänemark ein, er erreichte auch, wie ich mich in Bezug auf den Kreis Plön (Wankendorf) noch gut zu erinnern weiß, in den gleichen Jahren (1887, 1891) den Höhepunkt und klang dann in den 90er Jahren (Schmidt 1926, S. 5—7), also zur selben Zeit wie in Dänemark (Boas 1922, S. 60), laufend ab, um mit Beginn des neuen Jahrhunderts bald praktisch zu erlöschen, seit 1925 dort wie hier aber wieder zuzunehmen. Der Schluß liegt nahe, daß der Käfer in Dänemark auch dann mit der Jahrhundertwende verschwunden wäre, wenn die mit erheblichem Arbeits- und Geldaufwand (1887 an Prämien 600 000 Kronen) durchgeführte Sammeltätigkeit nicht erfolgt wäre. Die gleiche Folgerung kann in Bezug auf die in Wilhelmswalde registrierten Fangausbeuten (s. o. S. 264) gezogen werden. Es kommt hinzu, daß selbst groß aufgezogene Fangaktionen, wie die der Schweiz, in Zunahme befindliche Gradationen durchaus nicht haben aufhalten können. Ich verweise in Bezug auf den Berner Stamm (Abb. 1) auf die Perioden 1867—1879 und 1885 bis 1909.

Es müssen also andere, nach Art und Intensität veränderliche Faktoren sein, welche die Käferheere dezimieren und von Zeit zu Zeit ganz zum Verschwinden bringen.

Daß außer dem Wirken des Menschen noch allerlei andere biotische Elemente dem Maikäfer Abbruch tun, wurde schon gestreift. Ich erinnere daran, daß auch viele insektenfressende Vögel, parasitäre Insekten und Mikroorganismen ihm und seiner Brut zusetzen. Für das



Erlöschen des Befalls um die Jahrhundertwende in Dänemark glaubt Boas (1904, S. 12) Krankheiten und besonders eine Bakteriose der Engerlinge verantwortlich machen zu müssen. Zunächst, d. h. „in den 90er Jahren, ist die Krankheitsdisposition unter den Larven gering, um die Jahrhundertwende setzt die Krankheit heftig ein, bringt zuerst die Larvenzahl zum Absinken (1901) und vernichtet schließlich sozusagen die ganze Masse“ (Rostrup und Thomsen 1931, S. 125). Auch in Frankreich sollen Krankheiten bei dem zwischen 1901 und 1910 beobachteten Zusammenbruch einer Massenvermehrung mit im Spiele gewesen sein. Raspail (Decoppet 1920, S. 66) beobachtete ab 1895 ein von Generation zu Generation sich steigendes Nachlassen der Vitalität und der Reproduktionskraft der Käfer. „La vie est plus courte, les accouplements moins fréquents, les pontes plus faibles“. Und Decoppet (1920, S. 65—66) meint, daß auch in der Schweiz seuchenhafte Erkrankungen zur Erklärung der Sprünge in der Massenwechselkurve mit herangezogen werden müssen. „Il est probable, . . . que ces microorganismes répandus dans la nature, surtout les bactéries, jouent un rôle plus grand que nous le pensons. La diminution rapide et la disparition des hannetons dans la zone urannienne du canton de Zurich de 1910 à 1911 doit avoir eu de causes plus profondes que la seule influence du climat“ (s. a. Abb. 2).

Allem übergeordnet dürfte, so meinen wir, aber doch das Klima über den Massenwechsel des Maikäfers bestimmen. Vorzüglich scheinen den Tieren Kälterückfälle und längere Regenperioden während der Flugzeit verderblich zu werden. So schreibt Decoppet (1920, S. 37), daß das Jahr 1874, in dem in der Schweiz der Urner Stamm einen starken Rückschlag erfuhr (s. Abb. 2) „avec son temps froid et ses gels tardifs qui firent beaucoup de mal aux cultures, fut aussi très préjudiciable aux hannetons“. Und in Bezug auf einen den gleichen Stamm im Jahre 1913 (s. Abb. 2) treffenden Schlag, der in der Folgezeit dessen praktisch völliges Aussterben nach sich zog, heißt es (ebenda, S. 41): „On attribue généralement cette forte diminution au temps froid et humide du printemps et aux gels tardifs, mais comme on constate le petit nombre des hannetons dès le début du vol déjà, il est probable que la génération avait déjà été atteinte et affaiblie par le mauvais temps froid survenu pendant les vols précédents“. Hinzukamen dann „les forts gels tardifs de la fin de Mai 1913, qui anéantirent probablement encore beaucoup de jeunes larves à leur sortie de l'oeuf“. Auch der Zusammenbruch des Berner Stamms um 1813 (s. Abb. 1) wird mit Kälte- und Nässeperioden in Zusammenhang gebracht, die die Jahre 1813 bis 1816 auszeichneten (Decoppet 1920, S. 25—29). Es mag aber sein, daß sie sich mehr in einer Entwicklungsverzögerung als in einem Absterben der Individuen auswirkten. In den 20er Jahren

kommt nämlich in den gleichen Gebieten der ein Jahr nach dem Berner fliegende Urner Stamm auf.

Gelegentlich ist die Vermutung ausgesprochen, daß auch starke Trockenheit während und kurz nach der Flugzeit dem Maikäfer verderblich wird. Seine Gelege sollen dann im Boden zugrunde gehen (Schuch 1935, S. 170). Unsere Beobachtungen im letzten Flugjahr sind aber nicht geeignet, diese Auffassung zu stützen. Frühling und Frühsommer waren 1934 in Norddeutschland ungewöhnlich trocken. In Holstein (Neumünster) fielen im Mai 33, im Juni 27 und im Juli 35 mm Regen, d. h. nur 65, 40 und 44% der normalen Menge. Der Vegetation begann das Wasser knapp zu werden. Als wir später nach Engerlingen spürten, fanden wir den Boden auf das stärkste verseucht. Schuch zählte im Herbst 1934 auf einer Dauerweide in Ostholstein bis zu 60 (1935, S. 169) und im Frühling und Herbst 1935 noch bis zu 40 Larven je Quadratmeter. 1936 war der Larvenfraß kaum schwächer als 1932, stellenweise eher stärker. Das gleiche gilt für die weiter nördlich und südlich bzw. südöstlich anschließenden Gebiete an der Ostsee (Nordostholstein, Mecklenburg, Pommern), sodaß dort überall für 1938 mit einem mindestens ebenso starken Maikäferflug wie 1934 gerechnet wird. Die Brut kann 1934 also nicht ernstlich durch Trockenheit gelitten haben. Dieser Befund kommt insofern überraschend, als die Eier während der Embryonalentwicklung, die nach Raspail (Decoppet 1920, S. 59) im Freiland unter günstigen Bedingungen 22—25 Tage, nach Schuch (1935, S. 172) aber 6 Wochen oder länger dauert, viel Wasser aufnehmen müssen (Schuch 1935, S. 170) und stark anschwellen (Raspail n. Decoppet 1920, S. 59). Sie scheinen aber umgekehrt ein gewisses Wiedereinschrumpfen zu vertragen. Noch besser sind sie augenscheinlich dadurch geschützt, daß der Käfer die Tiefenlage der Gelege weitgehend dem Bodenzustand anpaßt. Schuch (1935, S. 171) fand sie 1934 in ruhendem, festen Boden, also auf frisch bearbeitetem Land immer unterhalb der Ackerkrume und oft tiefer, als gemeinhin angegeben wird (17—20 cm: Raspail n. Decoppet 1920, S. 59; 10—12 cm, selten 30 cm und mehr: Rostrup und Thomsen 1931, S. 121), nämlich bis 40 cm tief. In abgesetztem Boden, z. B. bei Winterung, lagen die Eier dagegen zum Teil schon in 12 cm Tiefe. Gleichsinnig lassen sich von Jancke schon 1927 (1928, S. 97—107) mitgeteilte, an eingezwängerten Käfern gewonnene Ergebnisse deuten. Das Gros der Eier lag in allen Fällen flacher als 10 cm. In Rasenboden ging kein Ei tiefer, im steinigen Ackerboden fand sich eins noch in 23 cm Tiefe. In Mistbeeterde stieß er erst in 30—40 cm Tiefe auf die meisten Gelege, und einzelne Eier waren sogar erst in 50—60 cm Tiefe zur Ablage gekommen. Auch Börner (n. Jancke l. c. S. 99) sah die Gelege auf lockerem Boden bis 45 cm tief gehen. Es steht danach zu vermuten,



daß der Käfer 1934 seine Gelege der Gefahr des Austrocknens entzogen hat, indem er sie tiefer als gewöhnlich in den Boden bettete.

Überblicken wir das hier zusammengestellte Material, so zwingt sich der Schluß auf: Die Fanghandlungen des Menschen haben den Massenwechsel des Maikäfers bislang nur wenig beeinflußt. Es ist nicht eindeutig erwiesen, daß Gradationen durch Sammelaktionen zum Erliegen gebracht sind.

Es erhebt sich nun die Frage, ob das Käfersammeln überhaupt nicht zu dem angestrebten Ergebnis führen kann, oder ob die bisherigen Fehlschläge in technischen Mängeln ihre Ursache haben.

Es war unter anderem diese Überlegung, welche mich 1934 bestimmte, in Belau auf der Grenze zwischen den Kreisen Plön und Schmalensee, d. h. mitten im holsteinischen Schadenzentrum, eine fliegende Station einzurichten. Der Leiter erhielt die Aufgabe, die dort im Gang befindlichen Sammelaktionen kritisch zu würdigen und auftretende Mängel auf Möglichkeiten zur Abstellung zu überprüfen. Die Station arbeitete von Mitte April bis Mitte August und somit, da der Maikäfer vom 27. April bis zum 28. Juni flog, während der ganzen Schwarmzeit. Über ihre Ergebnisse hat Herr Dr. Schuch anschließend (1935, S. 73—78) berichtet. Er kommt zu dem Schluß, daß das von uns schon registrierte (s. o. S. 262) Fiasko der Fanghandlung auf einer Fülle von Unzulänglichkeiten beruhte, daß diese aber an sich vermeidbar sind. Unter Berücksichtigung der von anderen Autoren, besonders von Ratzeburg (1837, S. 71—73), Raspail (1893, n. Decoppet 1920, S. 73), Feddersen (1896, S. 312—313), Fanghauser (n. Decoppet 1920, S. 74), Decoppet (1920, S. 72 bis 75), Harder (1932, S. 351—353, 1934, S. 615), Meyer-Bahlburg (1933, S. 217, 1934, S. 156), Ext (1934, 15. 4.), Möbius (1935, S. 75) und Kotte (1935, S. 628) gegebenen Ratschläge, vor allem aber der von Schuch selbst (l. c. S. 75—78) aufgestellten Richtlinien ergibt sich heute folgendes Bild von den Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, wenn eine Sammelaktion nicht von vornherein zum Mißerfolg verurteilt sein soll.

Die restlose Erfassung aller Individuen ist beim Kampf gegen den Maikäfer natürlich ebensowenig möglich wie bei anderen Schädlingen. Als Mindestforderung muß aber gelten, daß durch die Sammelaktion drei Viertel, nach Ext (1937) neun Zehntel der schwärmenden Käfer ausgeschaltet werden. Nur dann kann die Arbeit im Zusammenwirken mit den natürlichen Abgängen zu einem Rückgang der Populationsdichte in der nächsten Generation und damit zu einer Abnahme der Schäden führen.

Die Fanghandlung darf örtlich nicht eng begrenzt sein. Der Maikäfer gilt zwar im allgemeinen als ortsgebunden. Die Jungkäfer sollen

nach Verlassen des Bodens der nächsten Weidegelegenheit zustreben, dort ihren Reifungsfraß durchmachen, und die reifen Weibchen sollen sich beim Aufsuchen des Brutplatzes höchstens ein paar hundert Meter von ihren Futterpflanzen entfernen (Ratzburg 1837, S. 66—67, Nördlinger 1868, S. 40, Escherich 1908, S. 371, Meyer-Bahlburg 1934, S. 165, Henninger 1935, S. 103). Decoppet (1920, S. 26 bis 27) meint, daß der Käfer allenfalls bei Nahrungsmangel eine weitere Strecke zurücklegt. Vielleicht werde er aber auch nur vom Winde verschleppt. In solcher Schärfe ist die Auffassung von der Ortsgebundenheit des Maikäfers unrichtig. Gewiß legen viele Weibchen in unmittelbarer Nähe ihrer Weideplätze. Sehr oft unternehmen die Käfer aber Wanderflüge. Diese können sich ein und mehr Kilometer weit erstrecken (Heer n. Decoppet 1920, S. 26, Krohn 1864, S. 8, Taschenberg 1865, S. 19—20, Plieninger 1868, S. 6, 38, Nördlinger 1868, S. 40, 1869, S. 122, Westhoff 1883, S. 70, Raatz 1891, S. 588, Marchal 1901, S. 120, Zweigelt 1918, S. 32—33, Schuster 1924, S. 30—38, Rhumbler 1926, S. 30—40, Brandrup 1932, S. 19—21, 25—26, Eckstein 1932, S. 289—292, Möbius 1935, S. 64, Schuch 1935, S. 162—163, 166, 167; 1935, S. 78). Wir haben einwandfrei festgestellt, daß nicht nur die Männchen, sondern auch die Weibchen solche Ausflüge ausführen, daß nicht nur die jungen, sondern auch die reifen Weibchen wandern, und daß selbst die letzteren sich über 1 km weit von ihrem Fraßplatz entfernen können. Flüsse bilden für die Wandernenden ebenso wenig ein Hindernis wie Baumalleen, Gebüsch und Feldmarkgrenzen.

Damit ist gesagt, daß alle Maikäferbekämpfung nutzlos ist, solange sie nur sporadisch und von einzelnen durchgeführt wird. Die Dinge liegen also anders als bei den Engerlingen. Diese sind ortsgebunden. Hat der Landwirt eine Fläche von ihnen bereinigt, so bleibt sie bis zum nächsten Flugjahr befallfrei, gleichgültig ob auch die Nachbarschaft in die Behandlung einbezogen war oder nicht. Der Käfer aber kann einen heute von ihm gesäuberten Bestand schon morgen wieder stark besiedelt haben. Es läßt sich gegen ihn nur dann Nachhaltiges erreichen, wenn seine Scharen über größere Flächen, am besten über das ganze Befallgebiet hin gleichzeitig angegriffen und dezimiert werden. Während die Engerlingbekämpfung unter die Aufgaben des Selbstschutzes fällt, ist der Kampf gegen den Käfer also Gemeinschaftsarbeit.

Alle Gemeinschaftsarbeit setzt, wenn sie klappen soll, eine straffe Organisation voraus. Wo diese fehlt, wird nur wertloses Stückwerk geleistet. Der von Schuch erstattete Bericht gibt auf Seite 75 dafür die drastischsten Belege. Der Einsatz staatlicher Machtmittel wird sich nicht immer vermeiden lassen. Die Möglichkeit dazu ist seit Erlaß



des deutschen Pflanzenschutzgesetzes, d. h. seit März 1937, in verstärktem Maße gegeben. Groben Druckmitteln, wie Geldstrafen usw., bleibt aber ein Gewinnen der beteiligten Kreise durch Aufklärung und Sammelprämien (Plieninger 1868, S. 73, Feddersen 1896, S. 285, Loos 1917, S. 13, v. Arnim 1934, S. 404—405, Meyer-Hermann 1934, S. 616, Zweigelt 1935, S. 3), in deren Aufbringung sich Staat und Gemeinden zu teilen hätten, vorzuziehen. Die Schweiz hat für den Maikäferfeldzug 1918 111 485,14 Francs (Decoppet 1920, S. 110), Dänemark 1887 600 000 Kronen (Rostrup u. Thomsen 1931, S. 126) aufgebracht.

**Oberleitung und Personalbedarf.** Erste Voraussetzung des Gelingens der Arbeit ist einheitliche Leitung durch kundige Hand, ist die Gewinnung eines im Maikäferfeldzug erfahrenen, organisatorisch und praktisch veranlagten, gewandten Führers. Ihm liegt die Vorbereitung der Aktion, lückenlose Erfassung eines möglichst großen Teils des ganzen Befallgebiets, die Sorge für rechtzeitigen, schlagartigen Einsatz auf der ganzen Linie und das energische Durchhalten bis zum Schluß ob.

Der weitere Personalbedarf hängt von der voraussichtlichen Länge der Anflugfronten ab, die zeitig vorweg zu ermitteln sind. Seine Deckung ist der schwierigste Teil der Aufgabe. Die Stundenleistung der Einzelkraft beträgt bei der Fangarbeit etwa 20—25 m Anflugfront. Eine Kolonne (s. S. 272) befängt im achtstündigen Arbeitstag 1—2 km der Front. In reichlich mit Bäumen und Gebüsch, mit Wäldern und Knicks durchsetzten Gemarkungen mißt die Anflugfront viele Kilometer. Sie muß, schon bevor die Eiablage beginnt (s. S. 273), mehrmals gründlich abgesammelt werden. Damit ist gesagt, daß die Gemeinden in solchen Fällen keinesfalls mit den eigenen Arbeitskräften allein auskommen. Schuch (1935, S. 76) hält, wohl etwas optimistisch, eine Verstärkung um 35—50 Mann je Gemarkung (bis 1200 ha) für ausreichend, um in allen Fällen durchzukommen. Als Quellen für zusätzliche Kräfte kommen in erster Linie Arbeitsdienst und Schulen der Stadt in Frage. Beider Einsatz hat sich an sich bewährt (Möbius 1935, S. 75, Feddersen 1896, S. 284, Zweigelt 1935, S. 3). Sie werden aber oft nicht ausreichen, den Bedarf an geeigneten Kräften zu decken.

**Herrichtung des Geländes.** Aus diesem Grunde ist es nötig, daß die Anflugfronten möglichst stark eingekürzt werden (Meyer-Bahlburg 1933, S. 217, Schuch 1935, S. 76). Zu dem Zweck sind die Knicks vor Flugjahren des Käfers stärker als sonst abzuholzen. Dabei sind in erster Linie die schwer zu befangenden jungen und alten Knicks und solche mit besonders begehrten Futterpflanzen des Käfers (Rotbuche, Weißbuche, Eiche, Weide, Weißdorn) heranzunehmen. Auch eine Verringerung sonstigen Busch- und Baumwerks kommt in

Frage. Zum mindesten ist das die Sammelarbeit erheblich erschwerende Buschwerk unter zu befangenden Bäumen zu entfernen. Erfahrungsgemäß stark beflogene Bäume können durch Kappen der Krone zu „Fangbäumen“ (Puster n. Escherich 1916, S. 11) hergerichtet werden. Kopfweiden werden am besten ganz gekappt, überzählige Bäume geschlagen. Man wird auch damit allein nicht immer auskommen. Es ist daher zu prüfen, ob der Anflug den Käfern streckenweise durch Behandeln der Pflanzen mit Schreck- oder Ätzstoffen vergällt werden kann, etwa durch Bestäuben des Laubes mit unseren neuen o-dinitrokresolhaltigen Kontaktgiften (s. o. S. 258).

**Sammelbezirke und Sammelkolonnen.** Die Länge der Anflugfronten bestimmt auch die Größe der zu bildenden Bezirke und die Zahl der Kolonnen. Jede Kolonne hat für hinreichende Bereinigung des ihr zugewiesenen Bezirks zu sorgen. Sie besteht aus einem Führer und mehreren (5—10) Hilfskräften. Der Führer setzt die Kolonne an den jeweils stärkst befallenen Stellen seines Bezirks ein. Zu deren Ermittlung muß er die Käfer während des Schwärmens allabendlich „verhören“ (Puster n. Escherich 1916, S. 15). Er muß ortskundig sein. Unter seinen Leuten soll sich mindestens ein guter Kletterer befinden. Die Bedienung der Sammeltücher können Kinder übernehmen. Jeder oder je 2—3 Kolonnen wird ein Gespann zugeordnet, dessen Führer ebenfalls ortskundig sein muß.

**Sammeltechnik.** Die Käfer sind am lebhaftesten von Beginn der Abenddämmerung bis zur Nachtzeit. Sie ruhen vom Morgendämmern bis in den Spätvormittag und am Spätnachmittag, bei ausgesprochen kühlem und feuchten Wetter auch über Mittag. Die besten Sammelstunden liegen zwischen 3 und 9 und zwischen 17 und 20 Uhr (Escherich 1916, S. 16, Meunier 1928, S. 91—139, Schuch 1935, S. 78. — Über die die Flugstunden des Käfers bestimmenden atmosphärischen Bedingungen s. a. Necheles 1927, S. 143—156). Die Käfer lassen sich dann leicht mit der Hand, mit Haken und Stangen. — bei Bäumen am schnellsten unter Hineinklettern — durch stoßende Bewegungen herabschütteln und auf untergebreiteten Tüchern auffangen. Das Auf sammeln vom Erdboden wäre umständlich und sehr zeitraubend. Es kann, da es ja vor allem auf schnelles Arbeiten ankommt, den Erfolg der Sammelaktion gefährden. Die Tücher sollen aus glattem Stoff (Nessel) bestehen und unter Büschen  $5 \times 3,5$  m groß sein. Unter Bäumen wird beiderseits des Stamms mit einem  $5 \times 8$  m großen Tuch gearbeitet. Der Mehraufwand für die Beschaffung der Tücher wird durch erhöhte Leistungen um ein Mehrfaches ausgeglichen. Die aufgefangenen Käfer werden in Eimer und Säcke geschüttet, mit Gespannen abtransportiert und mittels Schwefelkohlenstoff, besser mit Tetrachlorkohlen-



stoff und noch besser mit heißem Dampf, der in Meiereien überall zur Verfügung steht (Harder 1934, S. 615), abgetötet.

**Verwertung der Käfer.** Der Körper des Maikäfers enthält frisch nach Eckstein (1907, S. 47) an stickstoffhaltigen verdaulichen Nährstoffen 13 % und an Fett 3.1 %, nach Decoppet (1920, S. 76—77) 3.2—3.7 % Stickstoff, 0.6—0.7 % Phosphorsäure, 0.5—0.8 % Kali und beträchtliche Mengen Fett. Er liefert nach Trocknung und Mahlung ein wertvolles Fisch-, Vogel- (Singvögel und Geflügel!) und Schweinefutter (Hess, Forstschutz I, S. 270 ff., Eckstein 1907, S. 44—49, Zimmermann 1926, S. 485, Kammer 1935, S. 176, Zweigelt 1935, Nr. 8, S. 3), das aber grundsätzlich nur als Beifutter gereicht werden soll. Bei einseitiger Verfütterung von Maikäfern an Schweine können Verdauungsstörungen auftreten (Meyer-Hermann 1934, S. 616). Verfütterung lebender Maikäfer an Schweine kommt wegen Infektionsgefahr mit *Echinorhynchus gigas* nicht in Frage. Bei Verfütterung an Karpfen und Orfen soll sich Mischen des Maikäfermehls mit Roggenkleie bewähren (Eckstein 1907, S. 44—49). Die schon von Plieninger (1868, S. 61—62) angeregte Verwertung der Fette für technische Zwecke bleibt, wie übrigens auch beim Engerling, nachzuprüfen. Durch trockene Destillation soll sich aus ihnen ein gutes Brennöhl gewinnen lassen (Taschenberg 1892, S. 95). Mit Torfmüll und Brandkalk kompostiert liefern die Käfer einen guten Gartenkompost (Escherich 1916, S. 19—20, Zweigelt 1935, Nr. 8, S. 3, Kammer 1935, S. 76, Kotte 1935, S. 628). Durch solche Wiederverwertung der gefangenen Käfer lassen sich die mit dem Sammelverfahren verbundenen Unkosten herabmindern (Plieninger 1868, S. 62—63).

**Dauer der Aktion.** Die Eiablage beginnt 2—3 Wochen (Sachtleben 1926, S. 19—46, Scheidter 1926, S. 155—159, Schwerdtfeger 1928, S. 288), frühestens aber 9 Tage (Schuch 1935, S. 77) nach Einsetzen des Schwärmens, dieses selbst nach Decoppet (1920, S. 53), wenn das Tagesmittel auf 15 °, nach Friederichs (1928, S. 328), wenn die Lufttemperatur über 20 ° steigt und die Summe der Tagesmitteltemperaturen, gerechnet ab 1. März, 355 ° erreicht. 1934 setzte der Käferflug nach den Beobachtungen von Schuch (1935, S. 77) etwa zu Beginn der Apfelblüte ein. An den ersten Schwärmtagen sitzen die Käfer an den äußersten, leicht erreichbaren Zweigen auf der windabgekehrten Seite der Sträucher und Bäume, sind also auf engem Raum zusammengedrängt und leicht erreichbar. Später verteilen sie sich und fressen sich in das Innere der Büsche ein (Schuch 1935, S. 77). Auch im Walde halten sie sich zunächst an die Außenseite der Randbäume (Ratzeburg 1837, S. 72), verteilen sich aber später über den ganzen Bestand. Die Fortpflanzungsgeschäfte enden erst mit Abschluß der Schwärmzeit (Raspail 1893, 1896, Schuch 1935, S. 78).

Die Fangtätigkeit muß daher sofort bei Beginn des Hauptschwärmens einsetzen. Sie muß so energisch gefördert werden, daß nach zwei Wochen alle Fraßplätze mehrmals gründlich abgesammelt sind, und sie muß bis zum Ende der Schwarmzeit, d. h. so lange Käfer in größeren Mengen vorhanden sind, fortgesetzt werden.

Schlußbemerkung. Unter den bislang zur Maikäferbekämpfung in Vorschlag gebrachten Verfahren verspricht höchstens das mechanische Wegfangen Erfolg. Die bisherigen Sammelaktionen hatten aber unzureichende Ergebnisse, wahrscheinlich wegen unzulänglicher Organisation und sonstiger technischer Unvollkommenheiten. Es ist anzunehmen, daß die Sammelaktionen bei Einhaltung bestimmter, vorstehend skizzierter Richtlinien erheblich bessere Leistungen zeitigen werden. Die Ausbeute wird absolut und relativ höher liegen, und es ist zu hoffen, daß sie ausreichen wird, die Schäden hinreichend und nachhaltig zu mindern. Der praktische Beweis für die Berechtigung dieser Erwartung steht aber noch aus. Auch wissen wir nicht, ob bei an sich durchschlagendem Erfolg der Arbeit Aufwand und Effekt noch in gesundem Verhältnis zueinander stehen werden. So lange diese Sicherheit fehlt, gilt aber Nördlinger's These: es ist ohne das „unverantwortlich . . . ganze Länder in die außerordentlich hohen Kosten eines systematisch fortgesetzten Sammelns zu stürzen“ (1868, S. 67). Das Jahr 1938 wird für weite Gebiete des Reiches einen voraussichtlich überaus starken Flug des Maikäfers bringen. Es ist im volkswirtschaftlichen Interesse dringend erwünscht, daß bis dahin die Frage der Bekämpfung dieses Kardinalfeindes aller pflanzlichen Kulturen und im besonderen die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Sammelverfahrens weiter geklärt ist. Der Käfer wird lokal auch 1937 verstärkt schwärmen. Die Möglichkeit zu Vorversuchen ist also gegeben. Möge sie genutzt werden!

#### Schrifttum.

(Die mit \* gezeichneten Arbeiten waren dem Verf. nur in Form von Referaten zugänglich.)

- \*Anon.: Plantesygdomme i Danmark 1930. — Tidsskr. Planteavl **37**, 458—508, 1931. — Ref.: R. a. E. 1932, 144.
- v. Arnim: Maikäferbekämpfung. Die Saatkrähe, ein eifriger Vertilger des Maikäfers. — Mittlgn. f. d. Landwirtschaft, Jg. 49, 404—405, 1934.
- v. Arnim-Kröchlendorff, —: Versuch mit einer Maikäferfalle. — Gartenbauwirtschaft **52**, Nr. 21, 1935.
- Boas, J. E. V.: Oldenborrernes Optraeden og Udbredelse i Danmark 1887—1903. Koebenhavn 1904.
- Boas J. E. V. og Thomsen, Th.: Oldenborrernes Optraeden i Danmark i Aarene 1904—1919. — Kgl. Veterinaer- og Landbohøiskole Aarskrift 1922, 56—65.



- Brandrup, G.: Die Maikäferbekämpfung des Jahres 1932 im Nußwinkel (Westhavelland). — Arb. Landwirtschaftskammer Prov. Brandenburg u. Berlin H. 84, 32 S., 1932.
- Bremer, H.: Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. — Zeitsch. f. angew. Entomologie **14**, 254—272, 1929.
- Decoppet, M.: Le Hanneton. Biologie, Apparition, Destruction. Un siècle de lutte organisée dans le canton de Zurich, Expériences récentes. Lausanne et Genève 1920.
- Eckstein, K.: Maikäferbekämpfung. — Forstl. Wochenschr. Silva **20**, 289—292, 1932. — R. a. E. 1933, 198.
- , —: Maikäferverwertung. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, Jg. 30, 44—49, 1907.
- \*Escherich, K.: Neues vom Maikäfer. — Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft, 366—372, 1908.
- , —: Die Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz). Ein Musterbeispiel technischer Schädlingbekämpfung. — Flugschriften der Deutschen Gesellschaft f. angew. Entomologie, Nr. 3, Berlin 1916.
- , —: Die Forstinsekten Mitteleuropas. — **2**, Berlin 1923.
- , —: Der heutige Stand der Arsenbekämpfung der Forstschädlinge mittels Flugzeug. — Forstwiss. Centralbl. **1**, 421—436, 1928. — Ref. R. a. E. 1929, 10.
- Ext, W.: Merkblatt zur Maikäferbekämpfung 1934. — Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein, 1934.
- , —: Praktische Erfahrungen über Abwehr und Bekämpfung des Maikäferengerlings in Schleswig-Holstein. — Landesbauernschaft Schleswig-Holstein, Folge 8, 4 S., 1937.
- Feddersen, —: Der Maikäfer und seine Bekämpfung. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, Jg. 28, 265—318, 1896.
- Friederichs, K.: Lamellicornier, Blatthornkäfer. — Reh, L.: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, II. Teil von Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 4. Aufl. 1928.
- Groos, E.: Engerlingsschäden und ihre Verminderung. — Der Deutsche Forstwirt **16**, 751—752, 1934.
- Haenel, K.: Maikäferplage und Vogelschutz. — Zeitschr. angew. Entomologie **5**, 34—42, 1918.
- Harder, H.: In banger Erwartung . . . ! Ein mahndendes Wort zur Bekämpfung der Maikäferplage. — Landw. Wochenblatt Schleswig-Holstein, 82. Jg., 351—353, 1932.
- Henninger, H. A.: 1935 — Maikäferjahr! — Landw. Blätter Siebenbürgen, Jg. 63, 102—104, 1935.
- Heymons, R.: Die Vielfüßler, Insekten und Spinnenkerfe. — Brehms Tierleben, 4. Aufl., **2**, 1915.
- Jancke, O.: Beiträge zur Biologie und Bekämpfung des Maikäfers. — Zeitschr. angew. Entomologie **13**, 97—107, 1927.
- Kalandadze, L.: Die Wirkung von Arsenpräparaten auf die wichtigsten Forstschädlinge. — Zeitschr. angew. Entomologie **13**, 1—96, 1927.
- Kammer, A.: Die Maikäferplage. — Landw. Blätter Siebenbürgen, Jg. 63, 175—176, 1935.
- Knoll, M.: Bericht über die Maikäferbekämpfung im Werderschen und Glin-dower Obstbaugbiet im Jahre 1933. — Nachrichtenbl. f. Deutschl. Pflanzenschutzdienst, 13. Jg., 89—90, 1933.

- Kotte, W.: Die Bekämpfung der Maikäferplage. — Wochenbl. Landesbauernsch. Baden **3**, 628, 1935.
- Krohn: Die Vertilgung des Maikäfers und seiner Larve. — Berlin 1864.
- Krünitz, J. G.: Öconomisch-technologische Encyklopaedie. **86**, 231—245, 1807.
- Loos, K.: Der Kampf gegen die Maikäfer und Engerlinge mit besonderer Berücksichtigung der Vogelwelt. — Zeitschr. angew. Entomologie **IV**, 1—15, 1917.
- Marchal, C.: Les années à hannetons. — Feuille des j. naturalistes Nr. 354, 110—111, 1900; Nr. 364, 119—120, 1901.
- Meunier, K.: Experimentelles über den Schwärmttrieb und das periodische Auftreten verschiedener Aktivitätsformen beim Maikäfer (*Melolontha melolontha* L.). — Zeitschr. angew. Entomologie **14**, 91—139, 1928.
- Meyer-Bahlburg: Energetische Bekämpfung von Maikäfer und Engerling. — Deutsche Landwirtschaft. Presse, 60. Jg., 217—218 und 228, 1933.
- : Vorbeugende Maikäfer- und Engerlingsbekämpfung. — Deutsche Landw. Presse, Jg. 61, 156, 1934.
- Meyer-Hermann, K.: 75 Millionen Maikäfer! Die Erfolge des Maikäferfeldzuges 1934 in Kurhessen. — Deutsche Landw. Presse, Jg. 61, 616, 1934.
- , —: Bekämpft die Engerlinge! — Wochenblatt Landesbauernsch. Kurhessen **39**, 1074—1075, 1935.
- Möbius, K.: Freiwilliger Arbeitsdienst im Maikäferkrieg. Die Maikäferbekämpfung im Forstamt Haideburg 1934. — Der deutsche Forstbeamte H. 4, 64—75, 1935.
- \*Necheles, H.: Observations on the causes of night activity in some Insects. — Chinese J. Physiol. **1**, 143—156, 1927. — Ref. R. a. E. 1929, 411.
- Nördlinger: (Kritische Besprechung von: a) Krohn, Die Vertilgung des Maikäfers und seiner Larve. b) Plieninger, Th., Monographie der Maikäfer, ihrer Verwüstungen und der Mittel dagegen.) — Kritische Blätter für Forst- und Jagdwissenschaft **51**, 37—70, 1868.
- : Die kleinen Feinde der Landwirtschaft. — 2. Aufl., Stuttgart, 1869.
- \*Plieninger, T. W. H.: Eine gemeinfaßliche Belehrung über den Maikäfer als Larve und Käfer. — 84 S., Stuttgart 1834.
- , —: Gemeinfaßliche Belehrung über die Maikäfer und ihre Verheerungen sowie die geeigneten Mittel dagegen. 2. Aufl. — Stuttgart 1868.
- Raatz: Mitteilungen über das Auftreten und die Vertilgung des Maikäfers im Forstgarten zu Chorin und seiner nächsten Umgebung von 1862 bis 1891. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1891, 581—599.
- Ratzeburg, J. Th. Chr.: Die Forstinsekten. 1. Theil. Die Käfer. — Berlin 1837.
- Reh, L.: Die tierischen Feinde. — Soraüer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. 3, 1913.
- Rhumbler, L.: Maikäferflüge in Münden. — Verhandlungen Deutsch. Ges. angew. Entomologie Hamburg 1925, 30—40, Berlin 1926.
- Rostrup, S.: Vort Landbrugs Skadedyr blandt Insekter. — Kjobenhavn 1900.
- Rostrup, S. und Thomsen, M.: Die tierischen Schädlinge des Ackerbaues. Übersetzt aus dem Dänischen von Bremer, H. und Langenbuch, R., Berlin 1931.
- Rothe: Der Engerlingfraß in den norddeutschen Kiefernforsten. — Forstw. Centralbl. 1906, 65.
- Sachtleben, H.: Versuche zur Maikäferbekämpfung mit arsenhaltigen Stäubemitteln. — Arb. Biol. Reichsanstalt **15**, Heft 1, 19—46, Berlin 1928.
- Scheidter, F.: Forstentomologische Beiträge. — Zeitschr. Pflanzenkr. **36**, 146—162, 1926.



- Schmidt, M.: Die Maikäfer in Deutschland. — Arb. Biol. Reichsanstalt **14**, 1—76, Berlin 1926.
- \*Schuster, W.: Beobachtungen aus dem Maikäferflugjahr 1924 im Bodenseegebiet. — Badische Bl.-Schädlingsbek. **1**, 30—38, 1924. — Ref. R. a. E. 1925, 105.
- Schwerdtfeger, F.: Untersuchungen über die Entwicklung des weiblichen Geschlechtsorgans von *Melolontha melolontha* L. während der Schwärmzeit. Zeitschr. angew. Entom. **13**, 267—300, 1928.
- Taschenberg, E.: Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, die in Deutschland sowie in den Provinzen Preußen und Posen den Feld-, Wiesen- und Weide-Culturpflanzen schädlich werden. — Leipzig 1865.
- , —.: Die Insekten, Tausendfüßer und Spinnen. — Brehms Tierleben, 3. Aufl., **9**, 1892.
- Tubeuf, v.: Bekämpfungsversuche der Maikäfer. — Naturwissenschaftl. Zeitschrift f. Forst- und Landwirtschaft **6**, 73—75, 1908.
- Weckwerth, W.: Ein offenes Wort zur Maikäferbekämpfung. — Der deutsche Forstbeamte **3**, 75—76, 1935.
- \*Westhoff: Entomol. Nachrichten **9**, 70, 1883.
- Zimmermann, H.: Maikäferbekämpfung. — Meckl. Landw. Wochenschr., Jg. 10, 484—486, 1926.
- Zweigelt, F.: Der gegenwärtige Stand der Maikäferforschung. — Zeitschr. f. angew. Entomologie **5**, 27, 1919. Flugschr. D. Ges. angew. Entomologie, Nr. 8, 40 S., 1918.
- , —.: Der heurige Maikäferflug und die Weinbaugebiete. — Das Weinland Nr. 3, Klosterneuburg 1933.
- , —.: Der heurige Maikäferflug in Steiermark. — Der Südost-Pionier, Gleisdorf, Jg. 5, Nr. 8, 1—4, 1935.
- Zwölfer, W.: Zur Theorie der Insektenepidemien. — Biol. Zentralblatt **50**, 724—759, 1930.

## Bekämpfung des Maisbeulenbrandes auf biologischer Grundlage.

Von Ing. Dr. Arnold Kornfeld.

Mit 14 Tabellen.

(Aus der Versuchswirtschaft der Sieb.-Sächs. Landw. Lehranstalt zu Mediasch, Siebenbürgen, Rumänien.)

### Grundsätzliches.

Es dürfte für den deutschen Maisbau von Interesse sein, wenn die Ergebnisse von Versuchen mitgeteilt werden, die den Zweck hatten, Wege für die Beulenbrandbekämpfung zu finden. Unsere Versuche fußen zum Teil auf eigenen Untersuchungen, welche sich mit den Lebenserscheinungen des Branderregers, des Pilzes *Ustilago Zeae* (Beckmann) Unger befassen, zum Teil greifen sie auf die Forschungsergebnisse namhafter Forscher auf diesem Gebiete zurück, wie: Christensen, Hanna, Immer, Jones, Mac Millan, Piemeisel, Sleumer, Stakman.

Melchers. Ihre z. T. grundlegenden Arbeiten sind am Schluß der Arbeit angeführt.

### Zur Biologie des Erregers.

**Keimmedium:** Unsere Versuche, die bis auf das Jahr 1925 zurückreichen, haben ergeben, daß die Maisbrandsporen am besten in rohem Maispreßsaft keimen. Keimzahl war dort 94 v. H. gegenüber 68 v. H. in Laevulose. Selbst in sterilisiertem Maispreßsaft sinkt sofort die Keimzahl. Die hohe Keimzahl in rohem Maispreßsaft dürfte auf Bildung von  $\text{CO}_2$  in diesem zurückzuführen sein. Dieses fördert bekanntlich die Keimung von *Ustilago*-Sporen.

**Temperatur:** Während Jones 1923 ein Keimungsoptimum von 28—34° C für Maisbrandsporen mitteilte, konnten wir feststellen, daß Brandsporen aus der Mediascher Weingegend, wo die günstigste Wachstumswärme für Mais bei 22° C liegt, bei 22° am besten keimen (95,9 v. H. der Sporen keimten im Durchschnitt aller Versuche). Sporen aus der kühlen Hermannstädter Gegend hatten bei 20° ihre höchste Keimzahl (90,8 v. H.) und Sporen aus dem heißen Banat bei 25° (94,7 v. H.). Dies ist mit ein Beweis der Anpassungsfähigkeit des Pilzes, schließt aber auch nicht aus, daß im Sinne von Melchers und Stakmans Forschungen sich physiologische Rassen gebildet haben.

**Verhalten gegen Säuren:** Der praktische Einfluß von Säuren auf die Sporenkeimung äußert sich bei der Vergärung des Silomaises. Es wurden daher dem Keimmedium Zitronen-, Essig-, Butter- und Milchsäure in Konzentrationen von 0,5 bis 3 auf 1000 zugefügt. Diese Konzentrationen sind erfahrungsgemäß im Gärmaisstapel anzutreffen. Es hat sich gezeigt (vgl. Tabelle 1), daß nicht nur die Dichte, sondern auch die Art der einwirkenden Säure auf die Sporenkeimung von Einfluß ist.

Tabelle 1. Sporenkeimung und Säuren.

Konzentration in %	%o-Satz der gekeimten Sporen in steril. Preßsaft und:			
	Zitronensäure	Essigsäure	Buttersäure	Milchsäure
∅	98,34	100,00	96,51	93,40
0,5	85,71	90,02	84,47	93,12
1,0	69,50	82,67	78,30	81,26
1,5	40,65	65,33	52,09	70,98
<u>2,0</u>	<u>35,27</u>	<u>30,14</u>	<u>16,20</u>	<u>52,23</u>
2,5	24,88	21,00	4,44	35,20
3,0	5,10	3,25	0,16	8,04



Vom Standpunkt des Silobauern ist es bedauerlich, daß die Milchsäure den geringsten Einfluß auf die Brandsporen zeigt, weil in unseren bäuerlichen Betrieben bei der dort üblichen Art der Gärfutterbereitung mit und ohne Sojazusatz Milchsäuregärung angestrebt wird. Diese kommt gewöhnlich dann zum Stillstand, wenn innerhalb des Futterstapels eine Säurekonzentration von 2 : 1000 erreicht ist. Ob Brandsporen, in größerer Menge dem Gärfutter beigemengt, den Tieren, die dieses verzehren, schaden, ist noch nicht geklärt, wird aber in letzter Zeit bezweifelt.

Zur Erhärtung der obigen Zahlen wurde ein Versuch angestellt, bei dem in zwei Jahren während des Einhäckselns ganze Brandbeulen und freie Brandsporen in verschiedene Stellen des Maisgärstapels eingelegt wurden. Zum leichteren Auffinden wurden die betreffenden Stellen mit farbigen Holzringen von 1 dm Durchmesser bezeichnet. Bei der allmählichen Öffnung des Stapels zur Futterentnahme wurden die Sporen, sobald sich diese Holzringe zeigten, entnommen und auf ihre Lebenskraft hin untersucht. Dabei zeigte sich folgendes:

Tabelle 2. Sporenvirulenz und Gärfutter.

	Hundertsatz keimfähiger Sporen			
	Durchschn.- Probe	vom Siloboden	vom Rand	von der Stapelmitte
1. Jahr (schlechtes Gärfutter)	56,33	21,15	46,07	70,94
2. Jahr (vorzügliches Gärfutter)	83,70	36,81	69,42	91,00

Das Gärfutter des ersten Jahres war aus bestimmten Gründen nicht nach unserem Sinn gelungen; es hatte verhältnismäßig hohen Butter-säuregehalt. Das Gärfutter des zweiten Versuchsjahres dagegen entsprach bezüglich der Güte durchaus. Aus dem Zahlenbild ist zu ersehen: 1. in gut zubereitetem Gärfutter (entsprechender Feuchtigkeitsgehalt der einzusäuernden Pflanzen, sachgemäßes Einpressen während des ganzen Häckselns und schließlich vollständiger Luftabschluß durch geeignete Maßnahmen) bleiben die Maissporen zum großen Teil lebenskräftig, 2. bei nicht einwandfreiem Gärfutter — wenn also statt einer Milchsäure- eine Butter- oder Essigsäurevergärung erfolgt ist — gehen wesentlich mehr Sporen zugrunde, 3. je tiefer die Brandsporen im Gärbehälter liegen, um so größer ist ihr Anteil an getöteten Keimen: Sporen in der Stapelmitte blieben zum großen Teil erhalten, die an der Wand des Behälters befindlichen Sporen verloren zumeist ihre Keimkraft, 4. im allgemeinen kann aber gesagt werden, daß die Maisbrandsporen durch die Vergärung nur wenig geschädigt worden sind.

Beeinflussung durch Dünger: Die Grundlage für unsere später (s. S. 285) zu besprechenden Düngungsversuche bildete ein Versuch, bei dem festgestellt werden sollte, wie sich die Brandsporen den einzelnen Düngerarten gegenüber verhalten. Zu diesem Zweck wurden geeignete „Düngerboxen“ von 1 qm Bodenfläche und 1,2 m Höhe mit Dünger gefüllt und Brandsporen in verschiedene Höhen des Düngerstapels eingestreut. Die Lage der Sporen wurde durch farbige Holzstäbchen besonders bezeichnet. Es wurden verwendet: 1. gut verrotteter Rinderdünger, 2. frischer Rindviehdünger, 3. mangelhaft behandelter Dünger, 4. Heißmist bei Einlagerungsbeginn, 5. Pferdemist, 6. Kompost und 7. in einem dicht schließenden Gefäß von 20 Liter Inhalt Jauche. Das Ergebnis unserer Untersuchungen gibt Tabelle 3 wieder:

Tabelle 3. Sporenvirulenz und Düngerarten.

Düngerart	1) Ent- nah- me	Zahl der untersuch. Sporen	Hundertsatz der			Bemerkungen	
			gekeim- ten 2)	noch keimig.	toten		
			S p o r e n				
1 gut verrotteter Dünger	1.	967	15,26	68,58	16,16	Düngerbehandlung nach dem Grundsatz „feucht und fest“	
	2.	1450	21,36	64,41	14,23		
	3.	1018	25,05	55,19	19,76		
	4.	1233	28,14	54,36	17,50		
2 frischer Rindvieh- dünger	1.	1685	20,00	55,54	24,46		
	2.	749	17,79	55,29	26,92		
	3.	928	23,24	51,76	25,00		
	4.	1510	20,83	47,52	31,65		
3 mangelhaft behandelter Mist 3)	1.	804	11,50	82,54	5,96	1) 1. Entnahme 4, 2. Ent- nahme 8, 3. Entnahme 12, 4. Entnahme 16 Wo- chen nach der Einverleib- ung der Sporen in den Dünger	
	2.	872	10,92	83,88	5,20		
	3.	1363	14,07	76,02	9,91		
	4.	1699	15,69	81,80	2,51		
4 Edelmist bei Beginn der Lagerung	1.	1927	1) {	7,25	3,82	88,93	
	2.	954		9,19	4,00	86,81	
	3.	1240		8,61	0,22	91,17	
	4.	581		8,35	0,00	91,65	
5 Pferdedünger	1.	1563	4,52	49,05	46,43	2) Z. größten Teil nicht mehr ansteckungsfähig	
	2.	785	9,73	41,11	49,16		
	3.	702	15,88	17,96	66,16		
	4.	2310	20,10	11,01	68,89		
6 Kompost	1.	564	3,14	86,00	10,86	3) stark durchlüftet	
	2.	1080	3,97	84,58	11,45		
	3.	2095	5,03	80,33	14,34		
	4.	728	7,44	81,21	11,35		
7 Jauche	1.	2004	25,99	35,54	38,47	4) Nicht mehr anstek- kungsfähig	
	2.	1376	32,41	18,90	48,69		
	3.	592	30,00	16,01	53,99		
	4.	1211	32,55	15,56	51,89		



Im gut verrotteten Dünger, der nach dem Grundsatz „feucht und fest“ behandelt ist, war nach acht Wochen bereits rund ein Fünftel der Sporen gekeimt, bei der letzten Probenahme (nach 16 Wochen, gerechnet vom Tag der Einlagerung an) sind nicht viel mehr Sporen gekeimt gewesen. 50–60 v. H. der Sporen blieben weiterhin noch keimfähig, kaum 20 v. H. sind abgetötet worden.

Ähnlich war das Ergebnis mit frischem Stalldünger. Mangelhaft behandelter Dünger, also solcher, der in den einschlägigen Schriften als „Hofmist“ bezeichnet wird, der während der Lagerung häufig und stark durchlüftet wird, brachte nur rund ein Siebentel der Sporen zum Keimen, 80 v. H. der Sporen blieben keimfähig. Die Zahl der vorgefundenen toten Sporen schwankte stark, ist aber nicht über 10 v. H. gestiegen.

Im Pferdemist kommen die Sporen vorerst nur mangelhaft zur Keimung. Erst nach vier Monaten waren dort bloß 20 v. H. gekeimt, die Zahl der keimfähigen Sporen sinkt nach und nach auf 10 v. H., beinahe 70 v. H. sind schließlich tot.

Einzig der Edel- oder Heißmist muß nach unseren Versuchsergebnissen als sporenvernichtend bezeichnet werden. Bei der dritten Öffnung des Stapels fanden sich praktisch keine lebensfähigen Sporen mehr vor, die bereits gekeimten Sporen haben aber auf keine Art positives Infektionsergebnis gezeitigt. Darauf soll später noch zurückgekommen werden.

Der für den Versuch verwendete Kompost war bereits ein Jahr vorschriftsmäßig durch mehrmaliges Umstechen, Kalken, Abdecken wintersüber usw. behandelt worden. Nachdem er in die Düngerkisten eingefüllt worden war, wurde er nicht mehr bewegt, abgesehen von den geringfügigen Grabarbeiten gelegentlich der Probenahmen. Im Kompost wurden nur 10 v. H. der Sporen getötet, über 80 v. H. waren schließlich noch keimfähig und nur 5 v. H. waren nach Versuchsende gekeimt. Dies Ergebnis mag wohl zum Teil mit der im Kompost herrschenden Trockenheit zusammenhängen. Kompost ist bekanntlich jene Düngersart, in der die Umsetzungen langsam und gleichmäßig vor sich gehen; so ist es auch zu erklären, daß die Verhältnisse während der ganzen Dauer in ihm gleich geblieben sind.

Anders in der Jauche: schon bei der ersten Entnahme waren 25 v. H. der Sporen gekeimt, später beinahe ein Drittel, aber nur die Hälfte der Sporen ist zugrundegegangen. Der Versuch, mit frischer Jauche wiederholt, ergab ähnliches, es waren aber rund 60 v. H. Sporen zugrundegegangen. Dafür haben nicht so viele gekeimt und diese erwiesen sich später noch gut keimfähig.

Wie erfolgt die Infektion? Es wurde als bekannt vorausgesetzt, daß Triebansteckung erfolgt. Nach den herkömmlichen Ansichten sollte der Samenansteckung keine Bedeutung zukommen. Wie

gelangen aber die Sporen auf die Sproßteile? Unsere Versuche, die wir diesbezüglich anstellten, können in diesem Zusammenhange wegen Raummangels nicht besprochen werden. Sie ergaben jedenfalls, daß nicht nur Wind, sondern auch schwächste Luftströmungen bereits imstande sind, die Maisbrandsporen zu verbreiten. Es genügen bereits Temperaturstufen von 0,5° C je Meter aufwärts zur Beförderung des Sporenstaubes in die Blattregion.

Das Eindringen der Sporen durch die Spaltöffnungen der Oberhaut ist theoretisch durchaus möglich; denn der Durchmesser der Sporen beträgt 7.2—12.5  $\mu$ , die Spaltöffnungen zeigen eine lichte Weite von 0,04 bzw. 0,007 mm. In zwei Fällen konnte auch der Eintritt von Sporen bzw. Suchfäden mikroskopisch festgestellt werden. Sicherlich treten in der Natur manche Sporen auf diesem Wege in die Pflanze ein. Appel führt, augenscheinlich zur Veranschaulichung des Befalls, einen Versuch an, bei dem eine Maispflanze „mit einer Aufschwemmung von Brandsporen übersprüht nach kurzer Zeit mit zahlreichen Brandbeulen bedeckt ist“. Zumeist aber dringt der Pilz auf dem Wege von Wunden in die Pflanze ein; es liegt „Wundinfektion“ vor. Um diese unsere Ansicht zu erhärten wurde durch vier Jahre hindurch folgender Versuch gemacht: es wurden je 100 Pflanzen a) mit Wasser übersprüht, dem auf das Liter 1 g Sporenstaub zugesetzt war, b) mit dem Messer leicht angeschnitten und an der Wundstelle ein „Sporenteig“ abgestrichen, c) Sporen in Wasser mittels einer Injektionsspritze unter die Oberhaut gespritzt und d) wurde einer Serie vor dem Besprühen mit Sporen zum Schutz vor Ansteckung eine Kupfer-Kalkbrühe 1 : 200 mit Weinbergspritzen fein zerstäubt aufgebracht. Eine fünfte Serie wurde künstlich

Tabelle 4. Verschiedene Infektionsarten.

Jahr	Hundertsatz der mit Beulen erkrankten Pflanzen nach künstlicher Ansteckung durch:					Normalbefall Hundertsatz
	Besprühen	Anschneiden	Einspritzen	vor dem Besprühen Schutz-spritzung	$\Sigma$	
1926	8,05	29,94	10,18	1,17	4,27	6,11
m±	1,43	4,388	0,856	0,267	0,283	
1927	12,66	45,00	25,35	0,64	8,92	9,63
m±	0,925	2,775	1,823	0,105	0,586	
1928	21,34	63,17	47,22	4,25	15,69	16,05
m±	2,004	5,012	4,068	0,441	1,204	
1929	36,10	78,06	51,30	5,90	27,88	34,28
±m	2,638	4,596	3,517	0,128	3,159	
Durchschnitt . . .	19,54	54,04	32,81	2,99	14,16	16,52

überhaupt nicht angesteckt. Die Schutzspritzung wurde während des Wachstums noch dreimal wiederholt und zwar dann, wenn ein neues Blatt gebildet wurde. Die Ansteckung erfolgte an 1 m hohen Pflanzen. Die Versuchspflanzen standen auf  $80 \times 100$  cm; Sorte: Ambrosia „Goldmais“.

Darnach hatten alle Infektionsarten Erfolg: die Besprühung im Vergleich mit denen durch Verletzung nur minimalen. Praktisch wichtig ist, daß eine Schutzbesprühung mit Kupferkalkbrühe den Brandbefall ganz wesentlich herabminderte. In späteren Versuchen hat sich dann gezeigt, daß die Kupferkalkbrühe auch schwächer genommen werden kann, ohne daß sie ihre Abwehrkraft einbüßt. Es muß hier betont werden, daß die Bearbeitung dieses Versuches so vorsichtig vorgenommen wurde, daß durch Beschädigung der Pflanzen und Eindringen der Keime auf diesem Wege eine Ansteckung praktisch ausgeschlossen erscheint. Der Befall der O-Parzelle dürfte demnach nur durch Anflug hervorgerufen sein, zumal wenn man die danebenstehende Kolonne mit dem „Normalbefall“ in den betreffenden Jahren vergleicht. Es ist daher m. E. zumindest der Schluß berechtigt, daß der Mais weitgehend auf dem Wege von Wunden vom Brandpilz befallen wird. Dies gibt uns natürlich wertvolle Handhaben für die Bekämpfung, auf die später (s. S. 284 ff.) zurückgekommen wird.

Über den Zeitpunkt der Ansteckung und die Inkubationszeit sind bereits Arbeiten erschienen, sodaß auf die Mitteilung der eigenen diesbezüglichen Versuchsergebnisse, die sich mit denen anderer Arbeiten im großen ganzen decken, verzichtet werden kann.

Ort der Beulenbildung: Um festzustellen, wo die Brandbeulen nach erfolgter Ansteckung auftreten, haben wir in einem Freilandversuch von 1928 bis 1930 an Timars Perlmais ( $80 \times 50$  cm Standweite) Infektionen mit der Injektionsspritze in der bereits geschilderten Art vorgenommen (1 g Sporenstaub auf 100 g Wasser). Es wurden in den Wurzelhals, in den 1., 2. und 3. Stengelknoten Sporen eingeführt. Jede Gruppe umfaßte 50 Pflanzen, die bei der Injektion 50–60 cm hoch waren. Um eine ungewollte Ansteckung zu vermeiden, wurden sie zwei Wochen vor der Injektion und nach Maßgabe des Zuwachses einigemal mit 0,25%iger Kupferkalkbrühe in bereits geschilderter Weise „abgewaschen“.

Daraus ist zu entnehmen, daß nur in seltenen Fällen Beulenbildung an der Befallstelle erfolgt. Wenn von anderen die gegenteilige Behauptung aufgestellt wird, so muß dies darauf zurückgeführt werden, daß sich die diesbezüglichen Arbeiten auf Laboratoriumsversuche stützen, die aber in dieser Beziehung ein anderes Bild geben als Freilandversuche. Im Laboratorium werden zumeist gewollt Verhältnisse geschaffen, die für die Pilzentwicklung besonders günstig sind; dadurch ist sein Werde-



Tabelle 5. Ort der Beulenbildung.

Infektionsstelle	Brandbeulen entstanden:					
	an der Infekt.- Stelle	am Stengel	an Blättern	am Kolben	am Rispen- stand	Ø
Ø	—	—	—	1,2	1,7	93,1
Wurzelhals . . . . .	10,4	43,5	5,8	6,4	6,4	19,0
1. Stengelknoten . .	3,7	24,6	7,0	28,4	15,5	20,8
2. Stengelknoten . .	8,5	38,5	10,9	25,3	9,2	7,6
3. Stengelknoten . .	12,0	26,4	14,3	32,1	3,5	11,7

gang von Spore zu Spore wesentlich abgekürzt gegenüber Freilandverhältnissen. Dies scheint sich auch örtlich auszuwirken. Deshalb treten bei Laboratoriumsansteckungen die Beulen zumeist in der Nähe oder unmittelbar an der Befallstelle auf.

#### Äußere, die Befallstärke bedingende Einflüsse — Bekämpfung der Krankheit.

**Witterung:** Immer und Christensen haben bereits 1928 nachgewiesen, daß die Witterung weitgehend die Befallstärke beeinflusst. Es erübrigt sich daher, die Ergebnisse unserer Versuche aus den Jahren 1928-1930, die sich mit denen der beiden Forscher in vielem gleichen, tabellenmäßig anzuführen. Es geht aus ihnen hervor, daß der Befall dann ein starker sein wird, wenn die Juni-Durchschnittstemperatur über 20° C steigt und keine Rückschläge kommen, die natürlich die Pilzentwicklung hemmen. Wie wechselnd der Befall von Jahr zu Jahr ist, besagen folgende Zahlen: Von 100 Pflanzen des Feldbestandes waren vom Maisbrand befallen: 1926: 6,11, 1927: 9,63, 1928: 16,05, 1929: 34,28 und 1930: 22,97. Mac Millan hat 1918 in einer Arbeit dargelegt, daß Hagelschlag den Befall ganz wesentlich erhöhen kann. Wir konnten dies im abgelaufenen Jahre hier bestätigen. Der Durchschnitts-Brandbefall war 1936 8,25 v. H. auf den durch Hagel nicht geschädigten Feldern. Im Juni ging ein schweres Hagelwetter von 1/2 Stunde Dauer über unsere Gemarkung nieder. Man gab die Maisfeuchung zum Teil verloren. Der Mais ist aber eine Pflanze von großer Regenerationskraft und die Pflanzen erholten sich überraschend schnell, sichtlich gefördert durch das feuchtwarme Juliwetter. Eine Auszählung der vom Brand befallenen Pflanzen Ende Juli ergab aber 52,17 v. H. Es wurden auf Grund unserer in den früheren Jahren gewonnenen Erkenntnisse unmittelbar nach dem Hagelschlag auf einem geschädigten

Maisstück  $5 \times 200$  Pflanzen mit 0,25%iger Kupferkalkbrühe sorgfältig gespritzt und dies nach Maßgabe des Zuwachses noch dreimal wiederholt. Der Befall auf diesem leider recht kleinen Versuchsstück war 22,36 v. H.  $\pm$  3,015, also verhältnismäßig gering. Dies Ergebnis kann man so deuten, daß eine schwachprozentige Kupferkalkspritzung nach Hagelschlag den Brandbefall herabzudrücken imstande ist.

Düngung: Nach dem, was auf Seite 280 über Sporenkeimung gesagt worden ist, kann man leicht einsehen, daß die Düngung für die Entwicklung des Brandpilzes und damit für den Brandbefall eine gewisse Rolle spielt. Deshalb wurde ein vier Jahre dauernder Düngungsversuch durchgeführt. Er umfaßte jährlich bei sechsmaliger Wiederholung je eine Parzelle ohne Düngung, eine, die mit Kunstdünger versehen war und solche mit Hof- und Edelmist sowie Jauchegaben. Die Anordnung der 50 qm großen Parzellen, die je vier Pflanzenreihen aufwiesen, war derart, daß zwischen je zwei Versuchsparzellen eine ebenso große Zwischenparzelle eingeschaltet war (Düngerwirkung!). Bei daktylischer Folge war die O-Parzelle Standard. Das Abzählen der Brandbeulen bzw. der kranken Pflanzen wurde wöchentlich vorgenommen, worauf die betreffende Pflanze sofort herausgeschnitten wurde. Die Beulen wurden augenblicklich vernichtet. Versuchssorte war die hier sehr stark verbreitete Pferdezahnsorte „Königin der Prärie“. Sie entwickelt sich bei üppigem Blattwuchs langsam und bringt 1—2 Kolben je Pflanze. An Mineraldüngung wurde auf den Hektar bezogen gegeben: 200 kg Superphosphat, 100 kg 40 %iges Kalisalz, 250 kg Kalkstickstoff bei 2000 kg CaO zu allen Parzellen (einschließlich der O-Parzellen). Der Versuchsboden wurde jährlich derart gewählt, daß immer ein Schlag verwendet wurde, der fünf Jahre vorher Mais getragen hatte.

Tabelle 6. Düngungsversuch.

Jahr	Hundertsatz der befallenen Pflanzen bezogen auf die Gesamtzahl der bei Versuchsabschluß verblieb. gesunden u. den entfernt. Befallspflanz.					Grundbefallszahlen
	Ø	Kunstdünger	Hofmist	Heißmist	Jauche	
1926	5,27	4,16	8,20	6,55	6,92	6,11
1927	10,49	10,05	14,61	10,29	16,54	9,63
1928	13,80	14,33	20,45	17,00	19,05	16,05
1929	29,06	24,28	38,77	30,30	42,18	34,28
Durchschnitt . . . .	14,65	13,21	20,51	16,04	21,17	16,52

Die Tabelle 6 zeigt ein recht ungleichmäßiges Zahlenbild. Man muß aber bedenken, daß ja der Befall von Jahr zu Jahr wechselt. Die jähr-

lichen „Grundbefallszahlen“ sind in der letzten Kolonne beigefügt. Bei Vergleich der Befallszahlen in jedem einzelnen Jahr stellt man fest: niedrigsten Befall wiesen die Kunstdüngerparzellen auf, es folgten die O-Parzellen, die Heißmist-, Hofmist und die Jaucheparzellen, die höchsten Brandbefall zeigten. Hierzu muß bemerkt werden: die Arbeiten im Versuch wurden so durchgeführt, wie es hier landesüblich ist, also das Hacken ausschließlich als Handarbeit gegeben, ebenso wurde dementsprechend vereinzelt und gehäufelt. Die Düngerarten des Versuches waren vor der Verwendung gleichmäßig mit Sporenpulver durchsetzt worden, ebenso die Jauche. Bei Vergleich der Befallszahlen jedes Jahres ist ersichtlich, daß mit einer Ausnahme die O-Parzelle geringeren Befall zeigt als die „Grundbefallszahl“ angibt. Andererseits ist diese niedriger als die auf den Hofmistparzellen erzielten Befallstärken. Dies ist so zu erklären, daß der im Versuch verwendete Dünger reichlich mit lebensfähigen Sporen durchsetzt war, die natürlich auf den O-Parzellen in solch großen Mengen gefehlt haben, andererseits stammen die Grundbefallszahlen aus einem Versuch, in dem keine besonderen Sporenzufuhren auf die Parzellen erfolgten. Nach Tabelle 3 war vorauszusehen, daß die Heißmistparzellen geringen Befall aufweisen würden. Dies ist auch eingetroffen. Er war sogar geringer als auf den Grundbefallsparzellen, lag allerdings höher als auf den O-Parzellen. Dabei ist aber zu bedenken: daß es hier nicht angeht, Mais ungedüngt zu säen, dies führt zu Mißerfolg und wir ziehen — nicht nur auf Grund dieses Versuches! — es vor, selbst auf die Gefahr größeren Befalles durch Brand, Mais zu düngen. Der Befall auf den mit Kunstdünger versehenen Parzellen war in allen Jahren geringer als auf den O-Parzellen.

Der Versuch weist gewisse Mängel auf. Vor allem sind in ihm noch nicht unsere Erfahrungen bezüglich Schutzspritzungen gegen Zuflug ausgewertet worden, sonst wären die Zahlenreihen wahrscheinlich klarer. Immerhin glaube ich das Ergebnis dieses Vier-Jahre-Versuches gleichzeitig mit Erfahrungen aus meiner langjährigen Maisbaupraxis dahin zusammenfassen zu können:

Maisland ist dort, wo Heißmist erzeugt wird, zweckmäßig mit diesem abzdüngen; dadurch wird die Gefahr der Sporenverschleppung auf das Maisland eingedämmt. Auf keinen Fall ist Kompost als Maisdünger zu verwenden — dies erhellt aus Tabelle 3 — und auch bei Jauchedüngung ist Vorsicht geboten. Handelt es sich um Mais-Neuland, so ist es bei Beachtung dieser Maßregeln sicherlich möglich, den Boden wenigstens einige Jahre lang von Brandstaub freizuhalten, wenn fremde Maisfelder nicht in der Nähe sind. Durch ausschließliche Verwendung von Kunstdünger wären diese Maßregeln wohl wirksamer zu gestalten. Die Erfahrung lehrt aber, daß Mais Naturdünger als Humuslieferant benötigt. Bei der Kunstdüngung soll darauf geachtet werden, daß nicht



einseitig gedüngt wird. In welchem Verhältnis die einzelnen Nährstoffe zugeführt werden sollen, geht aus jedem Werk über Maisbau hervor. Auch bei Jauchegaben empfiehlt sich eine  $P_2O_5$ -Gabe in beliebiger Form. Dies ist besonders in den Maisbaugrenzgebieten deshalb empfehlenswert, weil durch Phosphorgaben die Wachstumszeit verkürzt wird, wie Versuche an unserer Anstalt ergeben haben. Weiters hat sich durch den noch zu besprechenden Sortenversuch gezeigt, daß kurzlebige Sorten weniger befallen werden als solche mit langer Wachstumszeit. Dies gilt wohl auch für Kurzlebigkeit, die durch eine entsprechende Düngung erzielt worden ist. — Vor einer Überdüngung mit Stickstoff muß nachdrücklichst gewarnt werden, weil durch eine solche nach unseren Erfahrungen die Anfälligkeit besonders groß wird.

Wird mit Stallmist gedüngt, so ist gut verrotteter dem frischen vorzuziehen. Der Dünger soll etwa auf 10 cm eingeackert werden, worauf die Maissaat möglichst flach vorgenommen wird. Die Wurzeln der jungen Maispflanze treffen den Stallmist dann zu einer Zeit, da die größte Gefahr einer Ansteckung — Jugendzustand der Pflanze z. T. schon überschritten ist. Nur wenn der Dünger ganz flach oder ungenügend eingebracht ist, steigt die Gefahr der Ansteckung durch Ausstroten des Mistes und Eindringen der in ihm befindlichen Brandsporen in die verschiedenen Pflanzenteile, wohin sie, wie dies bereits betont wurde, durch Luftströmungen getragen werden.

Sortenempfindlichkeit: Es sollte untersucht werden, ob unter den Sorten unseres Sortimentes solche wären, die dem Brandbefall gegenüber eine gewisse Widerstandskraft besäßen. Im Versuch standen durch drei Jahre: als Vergleichssorte die Züchtung der Versuchsstation Cenadul Mare (Banat) Regele Ferdinand, ferner Futterzucker, Bankuter, Goldmais, Kanadischer, 90-Tage, Szekler, Königin der Prärie, als Gärmaissorte Timars Perl und außerdem die deutschen Züchtungen Gelber Badischer und Janetzkis Früher. Die einzelnen Sorten stammten z. T. aus unserer eigenen Wirtschaft, z. T. wurden sie uns in zuvorkommender Weise von hiesigen und reichsdeutschen Stellen zur Verfügung gestellt. Die Parzellenanordnung war daktylisch bei sechsmaliger Wiederholung und 50 qm Parzellengröße, sodaß jede Parzelle rund 125 Pflanzen umfaßte. Die Bodenbearbeitung war landesüblich. Vor der Dibbelsaat, wobei drei Körner je Nest ausgelegt wurden, war die ganze Versuchsfläche mit einem Rückenschwefler durch Sporenstaub aus dem letzten Jahre künstlich infiziert worden. Je Parzelle wurden rund 15 g Sporen verstäubt. Als Verschärfung wurde absichtlich jede Pflanze gelegentlich der ersten (Hand-)Hacke mit dem Zöptauer Häkchen leicht angeschlagen, geritzt. Auf Einschaltung nicht infizierter Kontrollparzellen mußte, da wir in der Versuchsfläche beschränkt sind, verzichtet werden. Erkrankte Pflanzen wurden nicht

entfernt, dagegen wurde jeder „Enkeltrieb“ als weitere Verschärfung bezüglich Auslese wie landesüblich zur gegebenen Zeit ausgerissen, auch beim Timarschen Perlmais, wo man dies sonst nicht zu tun pflegt (Silonutzung!). Das Ergebnis dieses Versuches ist, daß wir eine gewisse Reihenfolge der Befallstärke innerhalb der untersuchten Sorten feststellen konnten. Diese Reihenfolge ist, wenn auch die Befallstärke schwankte, alljährlich gleich geblieben.

Tabelle 7. Sortenversuch.

Jahr	Hundertsatz der sichtbar befallenen Pflanzen der Sorten:										
	Regele Fer- dinand	Futter- Zucker	Bankuter	Ambros, Goldmais	Kana- discher	90-Tage	Timars Perlmais	Königin der Prärie	Szekler	Gelber Ba- discher	Janetzki's Frühmais
1928	17,83	2,17	14,91	9,40	0,00	0,00	13,64	12,00	5,40	7,22	7,86
1929	29,56	8,04	18,43	15,62	0,00	0,00	36,27	19,88	11,87	13,49	20,55
1930	24,20	5,91	14,76	12,05	1,60	0,00	39,11	15,75	7,36	8,03	14,10
D.	23,86	5,37	16,03	12,35	0,53	0,00	29,67	15,88	8,21	9,58	14,17
davon Kolben- beziehungsweise Körnerverluste:											
1928	5,10	2,05	10,22	4,17	0,00	0,00	10,08	8,49	4,35	5,00	3,62
1929	12,68	6,36	8,15	6,38	0,00	0,00	21,34	15,01	8,20	7,18	11,40
1930	20,37	4,70	5,64	9,20	1,60	0,00	20,66	6,95	5,77	3,95	8,51

Wir können folgende Gruppen innerhalb der untersuchten Mais-sorten bilden:

1. Praktisch nicht befallen waren: Kanadischer und 90-Tage-mais. In einem Jahre waren allerdings zwei Pflanzen des Kanadischen Mais befallen (1 und 2 Brandbeulen); es ist aber nicht ausgeschlossen, daß diese Pflanzen Kreuzungsprodukte darstellten.
2. Schwachen Befall wiesen auf: Futterzuckermais, Szekler und Gelber Badischer.
3. Mäßigen Befall zeigten: Königin der Prärie, Goldmais, Bankuter und Janetzki's Früher.
4. Stark befallen wurde: Regele Ferdinand und Timars Perl.

Diese Reihenfolge kann für Mediasch aufgestellt werden; es ist aber durchaus möglich, ja sogar zu erwarten, daß an anderen Orten mit anderen Boden- und klimatischen Verhältnissen andere Befallsverhältnisse herrschen, dies umsomehr, als es bekanntlich Stakman gelungen

ist, allein 15 physiologische Rassen von *Ustilago Zeae* festzustellen, die sich natürlich verschiedenen Sorten gegenüber verschieden verhalten werden. Sache der Züchter muß es sein, brandfeste Sorten hervorzu- bringen, wozu Hüttig wertvolle Grundlagen gegeben hat. Ob diese Frage im Deutschen Reich schon spruchreif ist, kann ich von hier aus nicht beurteilen. Wir selbst haben dies bereits versucht und waren auf dem besten Wege durch Einkreuzung von Kanadischem Mais in andere ertragreichere Sorten eine unseren Verhältnissen und Anforderungen zusagende Sorte zu erhalten. Das Jahr 1933, das ein ausgesprochenes Mais- und Weinmißjahr gewesen ist, hat unsere maiszüchterischen Anfänge, die im besten Fluß gewesen sind, und die uns zu schönen Hoffnungen berechtigt haben, vernichtet. Heute fehlen uns leider Zeit, Mittel und die notwendigen Grundstücke, um an diese Aufgabe neuerlich heranzugehen. Es wird in den großen deutschen Züchtungsinstituten aber gewiß die Möglichkeit hiezu bestehen.

Bearbeitung der Maisfelder: Da für uns feststand, daß der Maisbrand hauptsächlich durch Wundinfektion in die Pflanzen gelangt, — Ansteckung durch Verwehung der Sporen auf die Pflanzenorgane ist natürlich nicht ausgeschlossen, nach dem, was bisher gesagt worden ist — müßte es doch möglich sein, durch geeignete Maßnahmen Pflanzenbeschädigungen und damit die Hauptquelle des Befalls einzuschränken. Aus dieser Überlegung heraus haben wir Beobachtungen bei der Bearbeitung der Maisfelder angestellt und erkannt, daß der Befall der Pflanzen durch *Ustilago Zeae* durch unvorsichtiges Hacken, durch das Häufeln und durchs Vereinzeln wesentlich gefördert wird. Es mußte daher eine Methode gefunden werden, durch die die Ansteckungsursachen ausgeschaltet werden. Zu diesem Zweck haben wir vor allem die Reihenweite vergrößert. Wir haben statt wie bisher auf 60 auf 80 und 100 cm — wie die Amerikaner — gesät und die Handhacke durch die Pferdehacke ersetzt. Hierbei wurde der hier gebräuchliche Planethackpflug so gestellt, daß er an die Pflanzen nicht heranreichte, zum mindesten nicht mit seinen wirksamen Bestandteilen. Dann aber brauchte man mit dem Hacken nicht aufzuhören, wenn die Pflanzen 80 cm hoch geworden sind — so wie dies kürzlich Kotte ganz richtig gefordert hat und wie es die Banater Schwaben seit jeher machen. Diese hacken ihre Maisfelder so lange, bis ein Reiter zu Pferd nicht mehr inmitten des Maises zu sehen ist. Wir haben diese Art des Hackens „neugehackt“ genannt. Sie erspart natürlich nicht das Häufeln, das aber ohne Pflanzenverletzung vorgenommen werden kann. Das Hacken in den Reihen kann zweckmäßig mit dem Stoßpflug durchgeführt werden, der hier in Siebenbürgen schon recht verbreitet ist und immer mehr Freunde gewinnt. Voraussetzung für eine Querbearbeitung der Felder ist natürlich Dibbeln und entsprechende Feldbreite. Der Stoßpflug ist aber auch auf nur



wenige Meter breiten Schlägen zu brauchen. Mit Gespannhacken wird dort allerdings nichts anzufangen sein.

Die Ergebnisse unseres Bearbeitungsversuches gehen aus Tabelle 8 hervor. Sie enthält nur die Zahlen eines einzigen Jahres. Die der anderen Jahre waren ganz ähnlich. Es hätte der nicht infizierten Kontrollflächen gar nicht bedurft, um an der Hand der Zahlen festzustellen, daß „das Verfahren der geringsten Pflanzenverletzung“ sich günstig auswirkt. Wenn die Zahlen manchmal nicht so klar sind, wie man dies beispielsweise von einem Düngungsversuch erwarten müßte, so liegt dies daran, daß Sporenzufug ja durchaus möglich ist, insbesondere in einem Gebiet wie die Mediascher Gegend, wo sehr viel Mais gebaut wird.

Tabelle 8. Bearbeitung und Befall.

Versuch des Jahres 1928

Wiederholung	Kontrollparzellen		Standard			eigentliche Versuchsflächen			
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	1	2	3	ungehackt vereinzelt, behäufelt	ungehackt nicht vereinzelt behäufelt	ungehackt vereinzelt, behäufelt	ungehackt nicht vereinzelt behäufelt
	normal gehackt, vereinzelt, behäufelt nicht infiziert		normal gehackt, vereinzelt, behäufelt, durch Bodenbestäubung mit Sporen infiziert						
von 100 Pflanzen waren befallen:									
a	20,5	17,0	32,3	15,8	20,5	3,8	1,2	2,5	2,7
b	18,4	13,8	28,2	23,7	22,0	3,1	0,0	4,6	1,3
c	13,8	15,6	25,8	21,4	25,7	3,6	4,6	4,7	3,1
d	16,0	19,3	24,0	20,8	21,7	5,2	2,5	2,3	4,8
e	17,3	16,8	19,8	16,9	27,3	7,9	3,6	6,5	3,6
f	12,7	13,0	26,5	25,3	21,2	4,0	1,4	8,0	2,9
M	16,4	15,9	26,6	20,7	23,1	4,6	2,6	4,8	3,1
m ±	1,186	0,939	1,971	2,185	1,127	0,716	0,712	0,915	0,465

## Bemerkungen:

Jede Versuchsparzelle umfaßte 50 m<sup>2</sup>. Die Pflanzen der Kontrollparzellen standen auf 60 cm Reihenweite (landesüblich), die der anderen Parzellen auf 80 cm.

Der Normalbefall im Jahre 1928, worüber die Tabelle berichtet, war 16,05 v. H., der Befall auf den Standardparzellen war dagegen 23,5 v. H. aller Pflanzen. Wenn es gelang, durch das angedeutete Verfahren den Befall bis auf 4,8, ja selbst bis auf 2,6 v. H. herabzudrücken, ist dies für die Praxis des Maisbaues von gewisser Bedeutung.

Ich habe Jahre hindurch die Beobachtung gemacht, daß der Beulenbrand in den Gärmassschlägen (Silomais) stärker auftritt als im Körnermais. Dies ist im Grunde genommen eigentlich ein Widerspruch; denn der Gärmass wird nicht so häufig gehackt, meist auch nicht behäufelt. Die Ursache dieser Erscheinung mag wohl, zum Teil wenigstens, darin liegen, daß die Pflanzenreihen im Silomais enger sind (hier meist 50 cm), die Möglichkeit bei der ersten und zumeist einzigen Hacke daher sehr groß ist, zumal dann, wenn mit dem hier landesüblichen, recht primitiven Hackpflug gearbeitet wird. Eine andere Ursache ist augenscheinlich die, daß die Temperatur im Innern eines derart geschlossenen Maisbestandes bedeutend höher ist als im Freien bzw. als im Körnermaisbestand. Diese erhöhte Temperatur fördert naturgemäß die Pilzentwicklung in und außerhalb der Pflanze. Der Befall ist auch tatsächlich auf den hier untersuchten Gärmassländereien im Innern des Feldes immer wesentlich größer gewesen als am Außenrand.

Im Zusammenhang mit dieser Feststellung wurde ein drei Jahre dauernder Standweitenversuch eingeschaltet, über dessen Ergebnis die Tabelle 9 berichtet.

Tabelle 9. Standraum und Befall.

Standweite cm		Ertrag kg/50 m <sup>2</sup>		Hundertsatz der vom Brand befallenen Pfl.	Bemerkungen
Reihen	in den Reihen	Körner	Stroh		
60	50	7,1 ± 0,528	16,3 ± 1,958	21,49	2 × gehackt
80	50	9,6 ± 0,436	13,9 ± 2,006	14,06	4 × gehackt
100	50	11,8 ± 0,220	14,7 ± 0,724	8,17	6 × gehackt
80	80	8,9 ± 0,615	12,0 ± 1,065	11,22	4 × kreuz u. quer gehackt
100	80	7,4 ± 0,304	10,2 ± 0,648	8,55	6 × kreuz u. quer gehackt

Parzellengröße: 50 m<sup>2</sup>, 8malige Wiederholung, Anordnung nach Zade.

Da hat es sich gezeigt, daß der Brandbefall auf jenen Parzellen, auf denen die Reihenentfernung wenigstens 80 cm gewesen ist, bei sorgfältiger Bearbeitung durch geschulte Kräfte erheblich geringer war als dort, wo die Pflanzen nur kleinen Standraum hatten.

Der Einwand, der immer wieder zu hören ist, daß durch solch großen Standraum der Ertrag leide, ist hinfällig. Es kommt im Maisbau vor allem auf die Bearbeitung, besonders auf gründliches, sorgfältiges Hacken an. Nach den Erhebungen des rumänischen Ackerbauministeriums war der Ertrag von 1 ha Maisfeld im Jahre 1936 in Rumänien

durchschnittlich 940 kg. Dies ist für ein Maisausfuhrland gewiß eine nur sehr bescheidene Menge. In unserer Versuchswirtschaft, wo stark gehackt wird, haben wir über 2000 kg/ha Durchschnittsertrag.

Schließlich wurde auch versucht, ob der Zeitpunkt der Saat für die Stärke des Brandbefalls in Betracht käme. In der Tabelle 10 sind die entsprechenden Ergebnisse des Saatzeitversuches aus dem Jahre 1930 enthalten. Ähnliche Ergebnisse hatten die gleichen Versuche der beiden vorhergehenden Jahre. Es ist der Tabelle zu entnehmen, daß frühgesäter Mais, wenn er in eine ungünstige Wachstumszeit kommt, dem Brandpilz leichter zum Opfer fällt, als Mais, der in entsprechend warmen Boden eingesät wird. Dies ist um so leichter zu verstehen, weil Pflanzen, die in eine Wachstumsstockung kommen, dann leichter Parasiten anheimfallen als solche, die unter durchaus günstigen Verhältnissen wachsen. Der Versuch lehrt, daß es in unserer Weingegend wenig Sinn hat, die Maissaat vorzunehmen, solange die Bodentemperatur nicht 10 Grad erreicht hat.

Tabelle 10. Saatzeit und Befall.

Saatzeit 1930	Boden- tempera- tur °C	Keimg. am	Boden- temp. °C hiebei	Befall in % aller Pflanzen	Ertrag in kg 50 qm	
					Körner	Stroh
15. April . . . . .	5,0	25. April	6,9	31,50	8,2 ± 0,475	10,5 ± 1,665
25. April . . . . .	7,2	3. Mai	10,1	24,17	8,7 ± 0,213	10,2 ± 0,841
5. Mai . . . . .	10,3	16. Mai	10,7	20,65	9,4 ± 0,826	11,3 ± 0,256
15. Mai . . . . .	11,5	22. Mai	10,8	23,00	9,5 ± 1,005	12,0 ± 1,050
25. Mai . . . . .	9,7	2. Juni	12,3	16,83	12,2 ± 0,675	15,8 ± 0,925
5. Juni. . . . .	12,4	10. Juni	14,1	14,29	13,6 ± 1,128	18,1 ± 1,017

Saatgut: Voraussetzung für gedeihliche Entwicklung der Pflanzen ist auch beim Mais einwandfreies Saatgut. Es hat sich gezeigt: gute, große Saatkörner, die gesund sind, keine Verletzungen aufweisen, keinen muffigen Geruch haben und weder von Schimmel- noch Brandsporen befallen sind, geben gesündere, widerstandsfähigere Pflanzen als minderes Saatgut. Der Versuch, der in dieser Richtung hin unternommen wurde, lief wohl nur durch drei Jahre, aber sein Ergebnis ist recht deutlich. Es ist in der folgenden Übersicht zusammengefaßt:



Tabelle 11. Gutes und schwaches Saatgut.

Jahr	% Satz der brandkranken Pflanzen bei Verwendung von		
	Mittelgut	Endgut	schlecht. Saatgt.
1926 . . . . .	5,72	7,34	9,20
1927 . . . . .	7,19	11,57	12,83
1928 . . . . .	12,85	17,66	20,07
Durchschnitt . . . . .	8,58	12,19	14,03

Zur Verwendung gelangte: sog. „Mittelsaatgut“, d. h. Körner aus dem Mittelteil der Kolben, „Endsaatgut“, also Körner vom Kolbengrund und von der Kolbenspitze. — Unser Maisbauer weiß, daß diese Körner für den Anbau nicht gut zu verwenden sind: wenn er sich daher Saatgut herrichtet, so rebelt er von den über Winter freihängend aufbewahrten Kolben die Spitzen- und Grundkörner erst ab, bevor er die Mittelkörner gesondert auslöst. — Schließlich wurde Saatgut verwendet, das nicht ganz trocken eingebracht worden war, muffig roch und sichtbar von Schimmel befallen war. Versuchssorte war Ambrosia Goldmais. Größe der Versuchsflächen war 50 qm, achtmalige Wiederholung, zwischen die Parzellen waren 2 m breite Scheidungsflächen eingeschaltet, die gleichfalls mit Mais bestanden waren. Es hat sich gezeigt, daß die Zahl der Befallpflanzen auf den Flächen mit schlechtem Saatgut höher war als auf denen, wo einwandfreies Saatgut verwendet worden war.

Beizung: Eine weitere Möglichkeit, den Brandbefall einzuschränken, besteht in der Beizung des Saatgutes. Bereits im Jahre 1925 begannen wir mit einem diesbezüglichen Versuch. Es ist ganz falsch, wenn angenommen wird, man brauche das Saatgut gegen Maisbrand nicht zu beizen. Abgesehen davon, daß auf ihm auch bei trockenster Aufbewahrung Schimmelpilze oder ihre Keime sitzen, die durch eine Beizung unschädlich gemacht werden, ist immer wieder die Möglichkeit vorhanden, daß sich auch Beulenbrandsporen auf ihm festsetzen — und hier immer wieder festgestellt worden sind —, die dann die Befallsgefahr ganz wesentlich verstärken. Nebenbei kann Beizung auch eine stimulierende Wirkung haben. Die Ergebnisse unseres Beizversuches zeigt Tabelle 12.

Es wurden a) Maissamen mit Brandsporen eingestaubt und nachher gebeizt, b) dasselbe, die Samen aber nicht gebeizt, c) es wurden unbehandelte Samen verwendet und d) solche Samen gebeizt. Als Beize wurde damals Uspulun verwendet. Zur Erklärung der Tabelle sei gesagt: Es wurde zur Verdeutlichung der Ergebnisse der Hundertsatz an be-

Tabelle 12. Beizversuch.

Behandlungsart	Hundertsatz der erkrankten Pflanzen Zahl der kranken Pflanzen in C = 100					
	1925	1926	1927	1928	1929	1930
a) mit Brandsporen eingestäubte Samen gebeizt. . . . .	42,15	27,86	61,50	20,01	36,77	52,40
b) wie a), aber ungebeizt . . . . .	117,08	108,43	120,68	123,66	109,00	118,13
c) Samen unbehandelt. . . . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
tatsächlicher Befall . . . . . %	16,64	7,03	11,18	14,90	31,25	23,77
d) wie c), aber gebeizt. . . . .	38,11	42,30	50,75	12,91	39,06	64,29

Samenbeize: Uspulun. — Der Boden der Versuchsparzellen wurde zur Verhütung der Ansteckung von außen her stark mit Trockenbeize Ceresan bestäubt und dies im Laufe des Wachstums (vor jeder Kulturarbeit) wiederholt. — Die Pflegearbeiten wurden unter persönlicher Aufsicht des Versuchsleiters besonders sorgfältig ausgeführt.

fallenen Pflanzen auf den Parzellen mit unbehandelten Samen gleich 100 gesetzt und die Befallshundertsätze der anderen Parzellen mit diesen verglichen. Die Größe der Versuchspflanzen war wieder 50 qm; Sorte: Ambrosis Goldmais, sechsfache Wiederholung, Dibbelsaat von Hand aus zu drei Körnern je Nest. Die Nester auf 80 × 50 cm, Schutzstreifen zwischen den Parzellen in bereits angedeuteter Weise. Es hat sich Jahr für Jahr gezeigt, daß selbst bei den unnatürlich mit Brandsporen beladenen Körnern die Beizung — Naßbeizung — gut genützt hat. Es ist selbstverständlich, daß diese Beizung Schutz gegen Zuflug nicht gewähren kann. Unsere Forderung aber muß lauten: Beizt den Mais zur Herabsetzung des Beulenbrandes. Diese Forderung wird aber für alle Maisbauern geradezu zur Pflicht, wenn das Grundstück, das die Maissaat aufnehmen soll, noch nie Mais getragen hat, denn dadurch wird wenigstens für eine Zeitlang die Möglichkeit ausgeschaltet, daß durch das Saatgut das Maisland mit Brandsporen verseucht werde.

Fruchtfolge: Schon vor 30 Jahren hat Piemeisel gezeigt, daß die Sporen im Boden ihre Lebenskraft auch fünf und mehr Jahre behalten und dann Infektionen hervorrufen können. Unser Versuch wurde im Zusammenhang mit der Frage der Einschaltung des Maises in die Fruchtfolge im Hinblick auf den Beulenbrand durchgeführt: es wurden Gefäße in den Boden versenkt. Die darin enthaltene Erde, die vorher mit 1 g Sporen je edm versetzt worden war, untersuchten wir jährlich auf die Keimfähigkeit der Sporen. Es hat sich gezeigt, daß die Lebensdauer der Brandsporen vom Boden und von der Tiefe, in der sich die Sporen befinden, abhängt.

Tabelle 13. Sporen im Boden.

	Sandboden			Lehmhoden			Tonboden			Humusboden		
nach dem	2 cm	10 cm	20 cm	2 cm	10 cm	20 cm	2 cm	10 cm	20 cm	2 cm	10 cm	20 cm
von 100 untersuchten Sporen erwiesen sich als lebensfähig:												
1. Jahr . .	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○
2. Jahr . .	●	●	●	●	●	○	●	○	○	○	○	○
3. Jahr . .	●	●	○	○	○	○	○	•	•	•	•	•
4. Jahr . .	nur vereinzelte Sporen in dieser Tiefe vorhanden	○	○	○	○	•	•	•	•	•	×	×
5. Jahr . .		○	•	○	•	•	•	•	×	•	×	+
6. Jahr . .		nur vereinzelte Sporen vorhanden	•	nur vereinzelte Sporen vorhanden	•	×	×	×	×	×	+	—
7. Jahr . .	nur vereinzelte Sporen vorhand.		×		×	×	+	+	—	—	—	
8. Jahr . .			×		+	+	—	+	—	—		

Erklärung: ● : über 75 v. H. gekeimt — gut keimfähig,  
 ○ : „ 50 v. H. „ — „ „  
 • : „ 25 v. H. „ — schwach „  
 × : 10—25 v. H. „ — stark geschwächt,  
 + : unter 10 v. H. „ — kaum keimfähig,  
 — : — „ — nicht mehr keimfähig.

In reinem Sandboden wurden die Sporen bald nach unten geschwenmt und hielten sich dort acht Jahre gut keimfähig, der Lehm Boden hielt die Sporen fest, ihre Keimfähigkeit nahm aber stetig ab, sodaß sie schon nach sechs Jahren stark geschwächt war. Der Tonboden wirkt ähnlich wie der Lehm Boden. Ausgesprochener Humusboden hat die geringste keimkraftbewahrende Fähigkeit. Bereits nach vier Jahren waren die Sporen in ihm nur minimal keimfähig und nach sechs Jahren war ihre Keimkraft gleich Null.

Dies Ergebnis sagt uns: Mais sollte nicht nach Mais gebaut werden. Es kann dadurch zu einer unnatürlich starken Vermehrung der Brandsporen im Boden kommen und die Folge davon ist, daß sich der Beulenbrand heftig ausbreitet. Dann allerdings kann es auch zu einem bedeutenden Ernteausfall durch Verlust an Kolben bzw. Körnern kommen. Unsere diesbezüglichen Beobachtungen an einem fünf Jahre währenden Versuch hatten folgendes Ergebnis:



Tabelle 14. Mais nach Mais.

	Versuchsparzelle 50 qm			Vergleichsparzelle 50 qm		
	Ertrag kg		Befall v. H.	Ertrag kg		Befall: v. H.
	Körner	Stroh		Körner	Stroh	
1. Jahr. . . . .	10,2	16,5	5,88	9,3	14,0	6,07
m ±	0,715	1,848		1,576	1,962	
2. Jahr. . . . .	10,4	15,8	9,72	10,1	14,6	9,30
m ±	1,168	2,003		0,613	0,830	
3. Jahr. . . . .	8,1	13,0	19,50	11,3	15,5	15,44
m ±	0,553	0,926		0,826	2,010	
4. Jahr. . . . .	6,7	12,3	37,14	9,6	12,7	30,12
m ±	0,279	1,129		0,558	0,741	
5. Jahr. . . . .	6,2	10,6	43,08	10,4	13,9	19,50
m ±	0,436	0,734		0,875	0,984	

Die Vergleichsparzellen wurden jährlich aus Maisschlägen der ordentlichen Fruchtfolge herausgeschnitten.

Die Befallzahlen ändern sich auf den ständigen Maisparzellen nicht wechselnd mit den Jahren wie auf den Vergleichsflächen, sondern sie steigen stetig an, um im fünften Jahre den siebenfachen Wert des Befalls im ersten Jahre zu erreichen. Mehr als doppelt soviel Pflanzen waren befallen als auf den Vergleichsparzellen desselben Jahres.

Dazu kommt hier noch folgender Umstand: Hierzulande werden die Felder, die mehrere Male hintereinander Mais tragen, immer gleich tief geackert. Es kommt dann zu einem Verkrustungsvorgang an der Furchensohle, der schließlich dazu führen kann, daß Tiefwurzler nur schwer diese verschlammte Kruste durchdringen können. Ferner wird hier das Vieh ausgiebig mit Maisstroh gefüttert. In wenig verrottetem Zustand kommt dann der Maisstrohmist wieder aufs Feld zurück, mit ihm natürlich auch zahllose Sporen. Ein solches Feld stellt dann natürlich einen ungesunden Herd der Brandansteckung dar. In den letzten Jahren wird es aber in dieser Beziehung durch zielbewußte Aufklärung besser. Im Deutschen Reich mit seinem jungen Maisbau, der in Kürze überraschende Fortschritte gemacht hat, muß von allem Anfang an energisch darauf hingewiesen werden, daß derartige falsche Maßnahmen nicht erst zur Gewohnheit werden.

Bisher übliche Maßnahmen: Zu den besprochenen Maisbrand-Bekämpfungsmethoden kommen noch die altbewährten Abwehrgrundsätze hinzu. Diese dürften allgemein bekannt sein: die Maisfelder sind mehrmals während des Wachstums zu übergehen. Die hiebei gesichteten Brandbeulen sind auszuschneiden. Je früher dies geschieht,

um so besser, am besten, wenn sie erst in Ausbildung begriffen sind. Sporenbildung im Innern also noch nicht oder nur mangelhaft erfolgt ist. Wenn sich die Beulen vollständig entwickelt oder gar schon geöffnet haben und stäuben, ist nicht mehr viel zu retten. Die Brandbeulen sind zu sammeln und am besten gleich zu verbrennen. Ein Kompostieren kommt natürlich nicht in Frage, falsch wäre es, sie am Feldrande längere Zeit liegen zu lassen. Nach dem Gesagten muß auch davor gewarnt werden, den Mais im vorgeschrittenen Wuchsstadium zu entblättern, wie dies hier zum Zwecke der Grünverfütterung der Blätter manchmal geschieht. Jede Verletzung der Maispflanze kann zu einer neuen Eintrittsstelle von Krankheitskeimen werden und ist daher zu vermeiden.

Es steht zu erwarten, daß es im Deutschen Reich bei der bekannten Genauigkeit und Zielstrebigkeit der maßgebenden Stellen gelingen wird, den Maisbeulenbrand dort, wo er die jungen Maiskulturen befällt, energisch von der deutschen Scholle zu bannen. Im Kampf gegen den Maisbrand kommt es aber immer wieder auf den Maisbauer selbst an, der es nicht dazu kommen lassen darf, daß der Pilz Herr über die Pflanze wird.

#### Schriftwerk.

1. Christensen, Studies of the genetics of *Ustilago Zeae*. Phytopatol. Ztg. **4**, 129ff. 1931.
2. Hanna, Studies in the physiology and cytology of *Ustilago Zeae*. Phytopathology **19**, 415ff. 1929.
3. Hüttig, Die Grundlagen der Immunitätszüchtung gegen Brandpilze (*Ustilagineen*). Züchter **4**, 209ff. 1932.
4. Immer, The inheritance of reaction to *Ustilago zeae* in maize. Minn. Stat. Techn. Bull. **51**, 1927.
5. Johnson-Christensen, Relation between number, size and location of smut infection. Phytopath. **25**, 223ff. 1935.
6. Jones, Influence of the temperature on the spore germination of *Ustilago zeae*. Journ. Agr. Res. **24**, 593ff. 1923.
7. Kotte, Pflanzenschutz im deutschen Maisbau. Nachr. f. Schädlingsbekämpfung **11**, 1, 28. 1936.
8. Melchers, Ecology and physiologic notes on corn smut ... Phytopath. **11**, 32. 1921.
9. Mac Millan, An epidemic of corn smut following hail. Phytopath. **8**, 584, 1918.
10. Piemeisel, Some facts of the life history of *Ustilago zeae*. Phytopath. **4**, 411. 1914.
11. Sleumer, Über Sexualität und Zytologie von *Ustilago zeae*. Zeitschrift für Botanik **25**, 5, 209ff. 1932.
12. Walter, The mode of entrance of *Ustilago Maydis* into corn. Phytopath. **25**, 223ff. 1934.

## Beobachtungen über das Auftreten von *Rhabditis lambdiensis* Maupas.

Von H. Goffart.

(Aus der Dienststelle für Nematodenforschung bei der Zweigstelle Kiel-Kitzeberg der Biologischen Reichsanstalt.)

Gegen Ende des Jahres 1934 wurden einige junge Pflanzen der alkaloidfreien Lupine („Süßlupine“) eingesandt, an denen angeblich „Stengelälchen“ festgestellt worden waren. Bei der Untersuchung des Materials, das bereits leichte Fäulniserscheinungen aufwies, konnten neben Pilzen aus der Gattung *Fusarium* zahlreiche Nematoden beobachtet werden, die hauptsächlich den beiden Arten *Aphelenchus avenae* Bastian und *Rhabditis lambdiensis* Maupas angehörten. Zahlenmäßig verteilten sich die Fadenwürmer so, daß von 100 Nematoden 82 auf *Rh. lambdiensis*, 14 auf *A. avenae* und 4 auf andere Arten entfielen.

Das Auftreten von *A. avenae*, der bekanntlich zu den Halbparasiten gehört, ist an sich nicht auffällig; bemerkenswert ist aber das Vorkommen von *Rh. lambdiensis*. Nach Steiner haben Cobb, Maupas und Chitwood den Nematoden meist an welken und faulenden Pflanzen oder in feuchtem Boden festgestellt. Auch Wollenweber fand ihn an einigen krebsskranken Kartoffeln und beschrieb ihn unter dem Namen *Rh. cryptocercoides*<sup>1)</sup>. Nach neueren Beobachtungen von Kreis und Steiner scheint dem saprophag lebenden Nematoden jedoch eine gewisse Bedeutung als Überträger pathogener Krankheitskeime zuzukommen. Kreis, der den mit dem Namen *Rh. macrocheila*<sup>2)</sup> belegten Fadenwurm unter der Schale von Kartoffeln nachwies, die aus Spanien nach der Schweiz eingeführt worden waren, bemerkt nämlich, daß das Gewebe bereits eine braunschwarze Verfärbung angenommen hatte, als wenn es von Stockälchen (*Anguillulina dipsaci*) besiedelt sei. Im Lagerraum erfolgte dann, vielleicht infolge einer Bakteriose, der Verfall der Knollen in 2—3 Tagen. Aus den Untersuchungen Steiners geht noch deutlicher hervor, daß *Rh. lambdiensis* wahrscheinlich als Überträger und Verbreiter pathogener Bakterien in Pilzbeeten eine Rolle spielt. Die Bedeutung, die Steiner dieser Nematodenart beimißt, kommt in den Worten „The nema is the secondary agent. Nevertheless in the present case it almost equals in importance the primary cause of the disease“ (S. 428) zum Ausdruck.

Kreis und Steiner haben eine umfassende Beschreibung des Nematoden gegeben, sodaß hier auf sie verwiesen werden kann.

<sup>1)</sup> Die Identität mit *Rh. lambdiensis* teilte mir 1935 Goodey brieflich mit.

<sup>2)</sup> Die Identität mit *Rh. cryptocercoides* Woll. vermutete ich 1933 (S. 19/20); eine spätere briefliche Mitteilung Goodeys (vgl. Fußnote 1) bestätigte dies.



Da nach den Befunden Steiners *Rh. lambdiensis* vielleicht eine größere Bedeutung als Überträger bestimmter Pflanzenkrankheiten zukommt, als man bisher wußte, hielt ich es für angebracht, das Material aus der oben erwähnten Einsendung für einige Infektionsversuche zu verwenden. Dies schien mir besonders deswegen erwünscht, weil kurz vorher Richter eine Lupinenkrankheit beschrieb, deren Erscheinungsbild sich mit den hier beobachteten Symptomen weitgehend deckte. Die auch von Richter beobachteten *Fusarium*-Arten erwiesen sich hier als sekundär auftretende Organismen, während die eigentliche Krankheitsursache unbekannt blieb. Es lag nahe, anzunehmen, daß die Fadenpilze in unserem Falle ebenfalls nur sekundärer Natur waren, der wahre Erreger aber noch nicht ermittelt werden konnte.

Die Versuchsanstellung erfolgte in der Form, daß aus einer Aufschwemmung *Rh. lambdiensis* in größerer Anzahl isoliert und dann auf drei mit sterilisiertem Boden gefüllte Blumentöpfe verteilt wurde, in denen sich wenige Tage alte Pflänzchen der „Süßlupine“ befanden. Eine unmittelbare Berührung oder gar Verletzung der Pflanzen fand dabei nicht statt. Nach einigen Tagen zeigten die Lupinen in den behandelten Gefäßen bereits ein ungesundes, teilweise schlaffes Aussehen. Die Stengel wiesen gleichzeitig verschiedentlich braune Flecke auf. Eine weitere Krankheitserscheinung machte sich am Stengelgrund bemerkbar, der Anzeichen einer Fußkrankheit erkennen ließ und dabei glasig und brüchig wurde. In diesem Stadium wurde auch der unterirdische Teil der Pflanzen untersucht, dessen Parenchymgewebe bereits stark von nekrotischen Stellen durchsetzt war und neben einem erheblichen Besatz von *Fusarium*-Pilzen viele Nematoden beherbergte, die ausschließlich zu *Rh. lambdiensis* gehörten. Das Krankheitsbild stimmte wiederum mit den von Richter gemachten Angaben überein; die eigentliche Ursache der Erkrankung konnte aber auch jetzt nicht ermittelt werden.

Als nun die gleiche Krankheit auch im Jahre 1935 auftrat und vor allem in Zuchtgärten großen Schaden anrichtete, gelang es Köhler, als Erreger ein spezifisches Virus nachzuweisen, das sich auf Gurken und Tabak übertragen ließ. Es besteht kaum ein Zweifel, daß auch das uns vorgelegte Material sowie die Pflanzen aus den angesetzten Versuchen an einer Viruskrankheit, wahrscheinlich sogar an dem spezifisch gleichen Krankheitsstoff, zugrunde gegangen sind. Da nun das Virus aus den Versuchstöpfen irgendwie auf die Pflanzen übertragen werden muß, wenn es wirksam werden soll, eine Berührung aber weder bei dem Zusetzen der Nematoden noch unmittelbar nachher stattgefunden hat und auch eine Übertragung des Krankheitsstoffes durch Insekten so gut wie ausgeschlossen war, ist die Annahme berechtigt, daß *Rh. lambdiensis* diesen auf die Pflanzen übertragen hat. Die Vermutung wird

noch dadurch gestärkt, daß es Köhler ebenfalls bisher nicht gelungen ist, irgendein Insekt für die Übertragung des Virus ausfindig zu machen. Sollte sich unsere Annahme bei weiteren Untersuchungen bestätigen, so wäre damit ein weiterer Beweis für die Möglichkeit einer Übertragung von Krankheitserregern durch Nematoden, insbesondere durch *Rh. lambdiensis*, erbracht.

Eine zweite Beobachtung über das Auftreten von *Rh. lambdiensis* konnte im Sommer 1935 gemacht werden. Von der Preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft, Abt. für Waldschutz, in Werbellinsee bei Joachimsthal (U.M.) wurden mehrfach abgestorbene Eier und tote Engerlinge von *Melolontha melolontha* übersandt, an denen sich Nematoden befanden. Zum Teil handelte es sich hierbei um frisch geschlüpfte, etwa 8 Tage alte Engerlinge, die vielfach auffallend rosarot gefärbt und vermutlich infolge Parasitierung durch den Nematoden *Mermis nigrescens* Duj. zugrunde gegangen waren. Die meisten anderen Engerlinge jedoch sowie die Eier hatten innerlich keine tierischen Parasiten, äußerlich haften ihnen aber, wie erwähnt, vielfach Nematoden an. Die Bestimmung dieser Fadenwürmer ergab, daß es sich mit Ausnahme eines Falles ausschließlich um *Rh. lambdiensis* handelte.

Als primärer Schädling konnte der Nematode nicht in Betracht kommen; der Tod der Eier und Engerlinge schien vielmehr eine andere Ursache, vermutlich pilzlicher oder bakterieller Natur, gehabt zu haben. Auf eine Rückfrage bei der Preußischen Versuchsstation für Waldwirtschaft teilte Herr Dr. Schwerdtfeger mit, daß die mit Nematoden behafteten Engerlinge sehr häufig eine pilzliche oder bakterielle Krankheit gezeigt hatten, und zwar wurden der Pilz *Botrytis tenella* und 5 verschiedene Bakterienarten nachgewiesen. „Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Nematoden und Pilz bzw. Bakterien konnte dabei zwar nicht festgestellt werden; allerdings wurde auch hierauf nicht geachtet“. Immerhin schließt diese Mitteilung die Vermutung nicht aus, daß auch im vorliegenden Falle *Rh. lambdiensis* eine Rolle bei der Verbreitung des einen oder anderen Krankheitserregers gespielt hat.

Die vorstehend gemachten Beobachtungen scheinen geeignet zu sein, die von Steiner vertretene Ansicht zu stützen, daß *Rh. lambdiensis* zwar ein sekundärer Schädling ist, aber durch die Übertragung pathogener Krankheitserreger die Bedeutung eines primär schädigenden Nematoden einnehmen kann.

### Schriftenverzeichnis.

1. Goffart, H. Über die Nematodenfauna der Kartoffel. Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt. H. 47, 1933, 30 S.
2. Köhler, E. Übertragungsversuche mit dem Virus der Lupinenbräune. Angewandte Botanik 17. 1936, 277—286.

3. Kreis, H. A. Beiträge zur Kenntnis pflanzenparasitischer Nematoden. Zeitschrift f. Parasitenkunde 5. 1932, 184—194.
4. Richter, H. Eine noch nicht aufgeklärte Lupinenkrankheit. Nachrichtenbl. f. d. Deutsch. Pflanzenschutzdienst 14, 1934, 81—82.
5. Steiner, G. *Rhabditis lambdiensis* a nematode possibly acting as a disease agent in mushrooms beds. Journ. agr. Res. 46, 1933, 427—435.
6. Wollenweber, H. Beiträge zur Älchenfauna der Kartoffel. Mitt. a. d. Biol. Reichsanst. H. 21, 1921, S. 258—266.

## Das Sammeln und Vernichten von Falläpfeln als Mittel gegen *Carpocapsa*.

Von Professor M. Hollrung, Halle.

Unter den tierischen Schädigern des Apfelbaumes spielt neben der Blutlaus der Apfelwickler, *Carpocapsa pomonella*, eine wesentliche Rolle. Die Blutlaus ist zum Gegenstand von gesetzlich vorgeschriebenen Bekämpfungsmaßnahmen geworden. Die Vernichtung des Apfelwicklers bleibt dem freien Ermessen überlassen. Als Mittel zu seiner Bekämpfung finden Verwendung Bespritzungen mit Arsenbrühe, Unschädlichmachung der Fallfrüchte, Stammumbänderungen und geeignete Vergitterung der Fenster von Lagerräumen mit Äpfeln.

Sehr dürftig sind die vorliegenden Angaben über das Verhalten der Apfelsorte zum *Carpocapsa*-Befall und über die Menge der in den Fallfrüchten noch vorhandenen Wicklerraupen. Weitere Anhalte hierüber zu gewinnen, bot sich Gelegenheit an einer Reihe von Apfelsorten, die 1907 im Garten des Landwirtschaftlichen Institutes der Universität Halle in je einem Stück angepflanzt worden waren.

Im ersten Versuchsjahre, 1924, welches infolge ungünstiger Frühjahrswitterung nur einen mäßigen Behang der Bäume erbrachte, wurde an den Falläpfeln der Ort des Raupeneindringens in die Frucht festgestellt. Das Ergebnis war: daß von 621 Falläpfeln 53,6 v. H. Eintritt der Raupe am Kelch und 46,4 v. H. Einbohrung von der Seite her aufwiesen. Eine am 5. August vorgenommene Lese lieferte bei 169 Falläpfeln den auf S. 302 oben zusammengestellten Befund. Nur ganz vereinzelt war der Eintritt in die Frucht durch die Stielhöhle erfolgt.

Im Jahre 1925 wurde mit dem Einsammeln der Fallfrüchte am 29. Juni ohne Rücksichtnahme auf die Sorte begonnen. Vom 11. Juli ab bis zum 12. August fand die Lese alltäglich statt. Die Gesamtmenge der Falläpfel betrug 3917 Stück. Hiervon waren angestochen 85,4 v. H. Mit Kelcheinstich versehen waren 38 v. H., mit Seiteneinstich 62 v. H. Nur 18,3 der Fallfrüchte enthielten noch Räupchen. Am 12. August



	Zahl der Falläpfel	Einbohrung am Kelch	Eintritt seitlich
Gelber Richard . . . .	1	1	0
Cox Orangenrenette . .	39	13	26
Landsberger Renette . .	8	5	3
Gelber Bellefleur . . . .	3	3	0
Boikenapfel . . . . .	9	9	0
Graue franz. Renette . .	16	12	4
Ribstons Pepping . . . .	10	8	2
Nathusius Taubenapfel .	7	3	4
Roter Wintertaubenapfel	14	4	10
Wintergoldparmäne . . .	43	23	20
Gelber Edelapfel . . . .	3	2	1
Lord Grosvenor . . . . .	3	2	1
Gefl. weißer Kardinal .	13	1	12
	<hr/> 169	<hr/> 86	<hr/> 83

50,9 v. H.

49,1 v. H.

wurde eine sortenweise Untersuchung des gesamten Behanges der Bäume vorgenommen. Sie führte zu nachstehendem Ergebnis:

	Zahl der Früchte	davon wurmig	Eintritt im Kelch	seitlich	noch mit Raupe besetzt
Danziger Kant . . . .	49	38	12	26	14
Ribston Pepping . . .	93	42	14	28	16
Boikenapfel . . . . .	340	227	88	139	70
Jakob Lebel . . . . .	616	263	60	203	107
Nathusius Taubenapfel	33	19	6	13	5
Rot. Wintertaubenapfel	75	41	9	32	11
Gelber Edelapfel . . .	31	27	12	15	3
Goldparmäne . . . . .	43	29	7	22	7
Gelber Bellefleur . . .	376	175	70	105	40
Gelber Richard . . . .	41	29	14	15	4
Charlamowski . . . . .	150	62	11	51	25

Den geringsten Befall wiesen auf: Charlamowski (41,3 v. H.), Jakob Lebel (42,7 v. H.), Ribstons Pepping (45,2 v. H.) und Gelber Bellefleur (46,5 v. H.), den stärksten Danziger Kantapfel (77,5 v. H.) und Gelber Edelapfel (87,1 v. H.).

An fünf Bäumen wurde der durch *Carpocapsa* veranlaßte Schaden auch noch dem Gewichte nach festgestellt. Es lieferte:

	kg Früchte	davon gesund	davon wurmig	Ernteverlust
	kg	kg	kg	in v. H.
Charlamowski . . . . .	16,550	10,300	6,250	37,8
Danziger Kantapfel . . .	4,150	0,950	3,200	77,1
Ribstons Pepping . . . .	5,435	2,958	2,450	45,1
Boikenapfel . . . . .	24,150	8,400	15,750	65,2
Jakob Lebel . . . . .	44,850	26,370	18,490	41,2

Der gesamte Anhang des Jahres 1925 betrug 5501 Früchte, von denen 4295 mit *Carpocapsa* behaftet waren, entsprechend 78,1 v. H.

Für das Jahr 1926 wurden ermittelt:

	Gesamtzahl der		v. H.
	Falläpfel	davon wurmig	
Charlamowski . . . . .	959	382	39,8
Harbers Renette . . . . .	1672	878	52,5
Gravensteiner . . . . .	528	250	47,3
Gelber Edelapfel . . . . .	1261	708	56,1
Wintergoldparmäne . . . . .	534	172	32,2
Gelber Richard . . . . .	750	84	11,2
Gelber Bellefleur . . . . .	544	53	9,7
Ribstons Pepping . . . . .	95	17	17,9
Graue Renette . . . . .	746	195	26,1
Boikenapfel . . . . .	201	93	46,3

Im Mittel belief sich der Vomhundertsatz der wurmigen Falläpfel auf 33,9.

Im Jahre 1927 gelangten neben den Falläpfeln auch noch die Ernteäpfel zur Untersuchung. Dabei ergab sich:

	Falläpfel ins- gesamt	wurmig v. H.	Ernteäpfel insgesamt	wurmig v. H.	insgesamt wurmige v. H.
Gelber Richard . . . . .	70	21,4	355	7,3	9,5
Charlamowski . . . . .	78	53,8	10	10,0	48,9
Gravensteiner . . . . .	88	46,6	44	25,0	39,4
Danziger Kantapfel . . . . .	87	58,6	68	60,3	59,4
Wintergoldparmäne . . . . .	101	74,2	101	57,4	65,3
Ribstons Pepping . . . . .	240	37,0	273	43,6	40,5
Jakob Lebel . . . . .	2266	49,2	1094	21,8	40,3
Harbers Renette . . . . .	687	48,0	486	56,2	51,4
Gelber Bellefleur . . . . .	79	94,9	133	49,6	66,5
Boikenapfel . . . . .	643	61,1	528	64,0	62,4

Im Mittel waren 58,9 v. H. der Falläpfel mit Apfelwicklerlarven besetzt.

Für das Jahr 1928 liegen die nachstehenden Ermittlungen vor:

	Falläpfel insgesamt	wurmig v. H.	Ernteäpfel insgesamt	wurmig v. H.	Gesamtmittel
Charlamowski . . . . .	1784	34,3	307	37,3	34,7
Wintergoldparmäne . . . . .	303	42,3	333	68,2	55,8
Gelber Richard . . . . .	345	18,8	326	58,5	39,0
Gravensteiner . . . . .	592	44,4	333	36,6	41,6
Harbers Renette . . . . .	593	62,7	449	67,7	64,9
Mittel . . . . .					47,0 v. H.

## Das Jahr 1929 führte zu nachstehendem Ergebnis:

	Gesamtbehang				
	Falläpfel insgesamt	wurmig v. H.	Ernteäpfel insgesamt	wurmig v. H.	wurmig v. H.
Jakob Lebel . . . .	6671	35,1	995	35,1	35,1
Harbers Renette . .	1182	39,9	677	60,3	40,3
Danziger Kantapfel .	832	57,8	174	76,0	60,9
Wintergoldparmäne .	243	81,5	44	86,4	82,2
Boikenapfel . . . .	1560	21,5	185	86,0	28,3
Charlamowski . . . .	206	61,6	426	50,2	53,9
				Mittel:	50,1

## Die Erntegewichte ergaben für

	insgesamt kg Früchte	davon wurmige kg	wurmige v. H.
Jakob Lebel . . . . .	61,455	21,190	34,5
Harbers Renette . . . . .	53,485	32,615	60,9
Boikenapfel . . . . .	12,515	10,250	81,7
Wintergoldparmäne . . . . .	1,880	1,600	85,1

## Zusammenfassung.

Von 34 834 im Verlaufe der Jahre 1925—1929 untersuchten Äpfeln waren 16 771, entsprechend 48,1 v. H., mit Wurm behaftet.<sup>1)</sup> Im Jahre 1925 erreichte der Befall rund 85 v. H..

Eine ausgesprochene Bevorzugung bestimmter Apfelsorten hat sich nicht ergeben. Die Behaftung mit Wurm betrug in den einzelnen Jahren bei:

	1925 v. H.	1926 v. H.	1927 v. H.	1928 v. H.	1929 v. H.
Charlamowski . . . .	41,3	39,8	48,9	34,7	53,9
Danziger Kantapfel . .	77,5	—	59,4	62,5	60,9
Ribstons Pepping . .	45,2	17,9	40,5	—	—
Boikenapfel . . . . .	66,8	46,3	62,4	—	28,3
Jakob Lebel . . . . .	42,7	—	40,3	—	35,1
Harbers Renette . . .	—	52,5	51,4	64,9	40,3
Gravensteiner . . . .	—	47,3	39,4	41,6	—
Gelber Edelapfel . . .	87,1	56,1	—	—	—
Wintergoldparmäne . .	—	32,2	65,3	55,8	82,2
Gelber Richard . . . .	70,7	11,2	9,5	38,0	—
Gelber Bellefleur . . .	45,5	9,7	66,5	—	—
Graue Renette . . . .	—	26,1	—	—	—

<sup>1)</sup> In seiner 1935 erschienenen Arbeit über den Apfelwickler gibt Küthe (Landw. Jahrbücher, Bd. 81, S. 935) den Befall mit 36 v. H. im Durchschnitt an.



Jakob Lebel wies wiederkehrend einen verhältnismäßig niedrigen. Danziger Kantapfel einen hohen Befall auf.

Von den Falläpfeln waren in dem einen Jahre nur noch 15,6 v. H., im nachfolgenden Jahre nur noch 16,3 v. H. mit Wicklerraupe behaftet<sup>1)</sup>. Das Aufsammeln der Fallfrüchte kann somit, wie neuerdings ja schon wiederholt behauptet worden ist, nur zu einem Teilerfolge führen.

Der Eintritt in die Apfelfrucht erfolgt nicht nur durch die Kelchhöhle, sondern auch durch die Schale von der Seite her und zwar nicht nur gelegentlich, sondern etwa ebenso häufig wie durch die Kelchhöhle<sup>2)</sup>.

Gewöhnlich enthält ein angestochener Apfel nur eine Raupe, zuweilen aber auch deren zwei, ja sogar drei. Noch zu Anfang des Monats August fanden sich in den Falläpfeln ganz junge Räupchen vor, eine Tatsache, welche vermuten läßt, daß *Carpocapsa* auch in Mitteleuropa zwei Jahresbruten zur Ausbildung bringen kann<sup>3)</sup>. Im nämlichen Fallapfel fand sich eine vollausgewachsene Raupe neben ganz jungem Räupchen vor. In haselnußgroßen, welken Fallfrüchten wurden vollkommen ausgewachsene Wicklerraupe vorgefunden. Ob letztere nur zum Zwecke der Verpuppung aufgesucht worden sind, muß fraglich bleiben. Auffallend bleibt, daß verpuppungsreife Raupen in ausentwickelten Früchten angetroffen werden, ohne daß dabei Fraß vorliegt.

Bei Falläpfeln der Sorte Charlamowski gelangte nach längerem Liegen am Boden um die Einstichstelle der Pilz *Monilia* in ringförmig angeordneten Polstern, begleitet von Fäulnis des Fruchtfleisches, zur Ausbildung. Bei den anderen Sorten unterblieb diese Bildung.

Die Frage, ob allein durch das Einsammeln und zweckdienliche Vernichten der Fallfrüchte dem *Carpocapsa*-Übel gesteuert werden kann, muß verneint werden. Ebensowenig ist allein von dem Spritzen mit Arsenbrühen in der Kelchhöhle ein durchgreifender Erfolg zu gewärtigen.

<sup>1)</sup> Eine gleiche Beobachtung haben Lehmann und auch Speyer (Zeitschr. für angew. Entom., Bd. 10, 1924) gemacht. Ersterer fand nur noch 15 bis 25, letzterer nur noch 15 v. H. der Falläpfel mit Wicklerraupe besetzt vor.

<sup>2)</sup> Zu dem nämlichen Ergebnis gelangte Kütke (l. c.).

<sup>3)</sup> Aus den neueren Untersuchungen von Kütke geht hervor, daß *Carpocapsa* in Deutschland tatsächlich zwei Bruten zur Entwicklung bringen kann. Auch von Speyer wurde darauf hingewiesen, daß für die Umgebung der unteren Elbe in warmen Jahren eine zweite Generation zu erwarten ist.

(Aus der Bundesanstalt für Pflanzenschutz, Wien.)

## Ueber eine mit Triebstauchung verbundene Marknekrose der Tomate.

Von Hans Wenzl.

Mit 10 Abbildungen.

Im Sommer 1936 ergab sich Gelegenheit, in einer Wiener Gärtnerei Tomatenpflanzen zu besichtigen, die durch eigenartigen, abnormen Wuchs auffielen. Während der untere Teil der Pflanzen durchaus normal ausgebildet war, zeigte die Spitzenregion eine auffallende Stauchung. Außer dieser Stauchung ließen die erkrankten Pflanzen auch im Verlauf der weiteren Entwicklung keine andersartigen Krankheitssymptome erkennen: Blätter und Stengel bewahrten die normale Form und Färbung und zeigten keinerlei nekrotische Erscheinungen. Die angesetzten Früchte reiften normal aus.

Vor allem war die Sorte Alice Roosevelt betroffen; vereinzelt trat die Erscheinung aber auch auf zwei anderen, nicht näher bekannten Sorten auf, die unmittelbar daneben unter gleichen Verhältnissen standen. Weitere Sorten waren auf dieser Parzelle (von etwa 1000 qm Größe) nicht angebaut. Die erkrankten Pflanzen waren unregelmäßig zerstreut, keineswegs etwa nesterweise vereinigt. Zumindest für die Sorte Alice Roosevelt ist bekannt, daß die selbstgeernteten Samen einheitlicher Herkunft waren.

Die durchwegs eintriebzig gezogenen Tomaten standen auf einem Sandboden in etwas geneigter Lage mit relativ hohem Grundwasserspiegel. Das durchschnittliche Wachstum und der Fruchtansatz waren ausgezeichnet.

In den in der nächsten Umgebung befindlichen (kleineren) Tomatenpflanzungen (z. T. auch mit der Sorte Alice Roosevelt) traten ähnliche Krankheitserscheinungen nicht auf. Auch aus dem großen Gemüsebaugebiet am Ostrand Wiens wurden solche Wachstumsstörungen nicht bekannt. Eine Anzahl von Betrieben konnte persönlich besichtigt werden.

### 1. Die äußeren Krankheitssymptome.

Abb. 1 gibt die krankhaft gestauchte Spitzenregion einer solchen Pflanze wieder. Abb. 2 zeigt im Vergleich dazu den Habitus einer normal gewachsenen Pflanze derselben Sorte vom gleichen Standort. Im Zusammenhang mit der Stauchung der Internodien tritt auch, wie die photographische Abbildung wiedergibt, eine leichte Verdickung ein.

Die Blätter stehen an den gestauchten Triebenden meist etwas mehr der Horizontalen genähert als es bei gesunden Exemplaren der Fall ist, sind aber ansonst vollkommen normal ausgebildet.

Von oben nach unten gerechnet beträgt die Internodienlänge der gestauchten Triebspitzen zweier Pflanzen:

Pflanze A: 0.5, 2, 1, 1.5 und 2 cm. Das folgende Internodium mit einer Länge von 4.5 cm ist bereits normal ausgebildet.

Pflanze B: 0.5, 3, 1.5 und 2 cm. Das folgende Internodium ist bereits normal lang (4.2 cm).

Die vier obersten Internodien haben also bei der einen Pflanze eine Länge von nur 5, bei der anderen von nur 7 cm.

Zum Vergleich die Werte für die Internodienlängen zweier gesunder Pflanzen (von oben nach unten):

Pflanze C: 1.5, 2, 6.5, 2.5 und 5 cm.

Pflanze D: 1, 1.5, 2.5 und 6 und 4.5 cm.



Abb. 1. Gestauchtes Triebende einer Tomate.



Abb. 2. Normales Triebende einer Tomate.

Die Länge der vier obersten Internodien beträgt also 12.5 bzw. 11 cm. Noch deutlicher wird der Unterschied beim Vergleich der Länge der obersten 5 gestauchten Internodien von Pflanze A mit den 5 normalen der Pflanzen C und D: 7 cm gegenüber 17.5 und 15.5 cm. Die gestauchten Internodien sind also kaum halb so lang wie die normalen. In allen Fällen handelt es sich um Pflanzen, die dem durchschnittlichen Typus entsprechen.

Wie in den Zahlenwerten bereits zum Ausdruck kommt, ist der Übergang von den unteren normalen zu den oberen gestauchten Internodien ein unvermittelter.

Die Übergangsstelle vom gesunden zum gestauchten Teil der Triebe ist schon äußerlich verhältnismäßig leicht festzustellen, auch wenn die Internodienlänge unberücksichtigt bleibt. Während nämlich der ge-



sunde Stengel gleichmäßig rund und eben ist, zeigt die Zone, an der die Verkürzung der Internodien beginnt, eine deutliche Abflachung des Stengels, der hier an der einen Breitseite in Form einer längs verlaufenden Vertiefung eingebuchtet ist (Abb. 3). Oberhalb dieser eingesenkten Stelle sind auch die verkürzten Internodien wieder annähernd kreisrund, ohne irgend welche Eindellungen. Vereinzelt führte die einseitige Einbuchtung des Stengels sogar zur Durchbrechung des Rinden- und Gefäßbündelzylinders, so daß der Hohlraum im Mark mit der Außenatmosphäre in direkter Verbindung stand.



Abb. 3. Grenzzone zwischen normalen und gestauchten Internodien. Der an dieser Stelle einseitig verbreiterte Stengel ist tief eingefurcht. Der bis ins Mark führende Spalt ist an dem längs durchschnittenen Stengel sichtbar. (An der Stelle des hellen Mittelfleckes — etwa in der Mitte der längsverlaufenden spaltförmigen Einbuchtung — wird der helle Untergrund sichtbar, auf dem der Stengel mit der Schnittfläche aufliegt.)

Die nähere Untersuchung der schon äußerlich kenntlichen Grenzzone ergab, daß der abnorm gestauchte Wuchs oberhalb dieser Stelle mit einer schweren und tiefgreifenden Störung des Aufbaues der Stengelgewebe zusammenhängt, die sich dem unbewaffneten Auge in einem Absterben, Zerreißen und Zerklüften des Markkörpers (am längs- oder querdurchschnittenen Stengel) zeigt (Abb. 4 und 5).

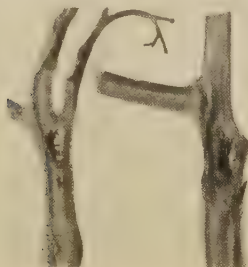


Abb. 4. Längs durchschnittenen Stengelstücke, die in der Grenzzone eine starke Markaushöhlung aufweisen.



Abb. 5. Längs durchschnittenen Stengel mit Marknekrose. Kein größerer Hohlraum ausgebildet

In den meisten Fällen ließ das Vorhandensein schwarzbrauner Verfärbungen das Absterben einzelner Teile erkennen, die an den unregelmäßig zerklüfteten Hohlraum des Markes angrenzen, mitunter aber war das Gewebe vollkommen unverfärbt. Das mit freiem Auge feststellbare

Krankheitsbild entspricht jedenfalls dem einer Markerkrankung. Die Hohlräume im Mark sind meist etwa 2 cm lang und vollständig unregelmäßig umgrenzt. Nicht nur in gesunden Pflanzen, sondern auch in erkrankten ist (auch oberhalb der nekrotischen Zone) das übrige Markgewebe auch noch Wochen nach dem Auftreten der Krankheit in Form eines geschlossenen, lebenden parenchymatischen Gewebes vorhanden.

Meist war an Pflanzen mit gestauchter Triebspitze nur eine einzige Stengelzone festzustellen, die die beschriebenen Störungen aufwies: an der Grenze zwischen normal ausgebildeten und gestauchten Internodien: mitunter aber war noch weiter oben, der Triebspitze genähert, eine ähnlich aussehende gestörte Zone mit hohlem Mark vorhanden.

## 2. Histologische Untersuchungen.

Die nähere Untersuchung einer größeren Anzahl erkrankter Pflanzen ergab in allen Fällen die Abwesenheit von Pilzen und Bakterien; auch die gebräunten Teile des zerklüfteten Markes sind frei von Mikroorganismen. Die Wurzeln, Blattstiele, Blätter, Blüten und Früchte gestauchter

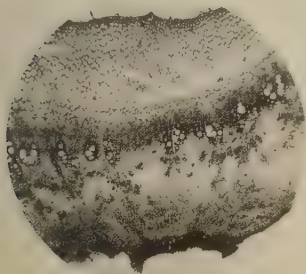


Abb. 6. Stengelquerschnitt durch eine gestörte Zone. Aus dem Folgermeristen entstandenes Gewebe im Mark. Zellen in annähernd radialen Reihen liegend. Zu innerst abgestorbene Zellgruppen. Etwa 12fach vergr.

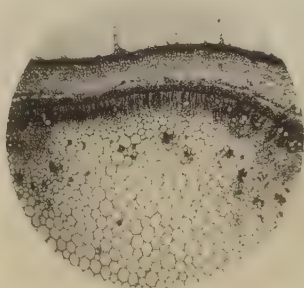


Abb. 7. Stengelquerschnitt durch eine normal gebaute Zone. Einzelne Kristallsandidioblasten in Rinde und Mark. Etwa 12fach vergr.

Pflanzen erscheinen völlig gesund; irgend welche Verfärbungen einzelner Gewebe sind nicht festzustellen.

Das mikroskopische Querschnittsbild kranker Stengelpartien zeigt, daß es sich jedoch nicht nur um eine Schädigung des Markgewebes handelt, sondern daß sämtliche Gewebe in der Zone der Markhohlung schwere Störungen aufweisen.

Das primäre Rindengewebe ist in diesen gestörten Stengelzonen gegenüber dem normal ausgebildeten Stengel nicht unbeträchtlich ver-

diekt (Abb. 6 und 7). Während an normalen Stengelteilen die Rinde eine Stärke von etwa 1 mm besitzt, ist sie in der angrenzenden geschädigten Zone stellenweise bis zu 1,5 mm stark. Wie Abb. 7 wiedergibt, bestehen die inneren Rindenzellen der normalen Stengelteile aus parenchymatischen, im Querschnitt kreisrunden Zellen; nach außen zu geht das Parenchym allmählich in ein Eckenkollenchym über. In den gestörten Zonen dagegen sind sämtliche Zellen des Rindengewebes in radialer Richtung gestreckt, wobei viele Zellen bis zu 6mal so lang als breit sind. Die Verbreiterung der Rindenschicht kommt nicht oder nur zum geringsten Teil durch eine Vermehrung der Zellen, sondern durch ihre Verlängerung in radialer Richtung zustande. Eine weitere auffallende Veränderung in den gestörten Zonen besteht darin, daß die außen gelegenen Rindenzellen ihren kollenchymatischen Charakter fast völlig verlieren und wie die weiter innen gelegenen eine gleichmäßig verdickte Membran besitzen. Vereinzelt treten auch in der Rinde nekrotische Zellen oder kleine Zellnester auf, um die herum die umliegenden Parenchymzellen durch entsprechende Teilungen eine strahlige Anordnung annehmen, ohne daß es jedoch zur Ausbildung eines typischen Folgermeristems kommt (Abb. 8).

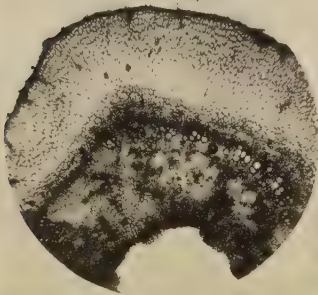


Abb. 8. Querschnitt durch ein Stengelstück mit besonders starken Störungen im histologischen Aufbau. Nekrotische Zellnester auch in der Rinde. Rindenzellen stark in radialer Richtung gestreckt. (Auch einzelne Kristallsand führende Zellen vorhanden.) Ausbildung zahlreicher Folgermeristeme im Mark rings um die abgestorbenen Zellgruppen. Etwa 12 fach vergr.

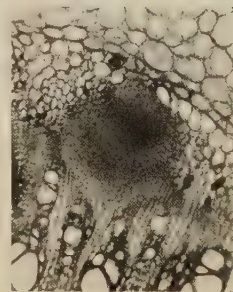


Abb. 9. Klumpenförmige Zellnester im Phloem. Etwa 32 fach vergr. (Querschnitt).

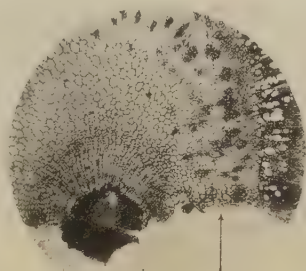
Im anatomischen Aufbau des Gefäßbündelringes zeigen sich im allgemeinen zwischen gesunden und kranken Stengeln bzw. Stengelteilen keine besonderen Unterschiede. Wie jedoch schon nach der äußeren Form des Stengels in der gestörten Zone zu erwarten, ist der Verlauf des Ringes kein völlig regelmäßiger.

Auffallend sind eigenartige nesterförmige Neubildungen, die wie Fremdkörper an der Außenseite des Kambium im Bereiche des äußeren

Phloemringes liegen (Abb. 9). Diese klumpigen Bildungen von etwa einem halben Millimeter Durchmesser bestehen aus einer großen Zahl völlig gleichartiger, annähernd isodiametrischer Zellen (etwa  $20\ \mu$  Durchmesser); sie sind dünnwandig, reich an Protoplasma und besitzen einen relativ großen Kern. Die Zellen erinnern in ihrer Art an die Kambialzellen, sind jedoch nicht radial angeordnet. Teils finden sich diese Zellklumpen einzeln in den Querschnitten, teils liegen mehrere nahe beisammen, jedoch deutlich durch normales Gewebe voneinander getrennt.

Die schwersten Störungen im Aufbau des Stengels zeigen sich, wie schon das makroskopische Bild erwarten läßt, im Markgewebe. Im Normalfall besteht es zur Hauptsache aus isodiametrischen parenchymatischen Zellen, die vom Gefäßbündelring gegen das Zentrum zu immer größer werden; im peripheren Teil finden sich ebenso wie bei der Kartoffel zahlreiche markständige Leptombündel eingelagert (Abb. 7).

Abb. 10. Querschnitt durch eine gestörte Stengelzone. An der Markhöhlung liegt eine dunkel verfärbte abgestorbene größere Zellgruppe (ursprünglich zweifellos im Zentrum des Markes gelegen). Angrenzend hat sich ein Folgemeristem entwickelt, das ein regelmäßig angeordnetes Phelloid ausbildet. Markzellen z. T. deutlich radial gestreckt. Markständige Leptombündel zahlreich vorhanden und gut kenntlich. Die spaltförmige Markhöhle reicht (nach rechts) bis etwa zu der mit dem Pfeil bezeichneten Stelle. Anschließend setzt sich der Hohlzylinder aus peripherem Markgewebe und Leitungselementen fort, was an dem Querschnitt, der von einem durchspaltenen Stengelstück hergestellt wurde, allerdings nicht zu sehen ist. Etwa 12fach vergr.



Das mehr oder minder zerklüftete Mark der gestörten Stengelzonen läßt in seinem Aufbau fast jedwede Regelmäßigkeit vermissen (Abb. 8). Es zeigt sich ein wirres Durcheinander von nekrotischen, verfärbten Zellgruppen, einzelnen normalgebildeten und annähernd normalgroßen Gewebselementen, von regellos auftretenden Meristemen und daraus entstandenen parallel angeordneten, in Reihen liegenden, phelloidartigen Zellgruppen. Gegen den Gefäßbündelring zu liegen wie im Normalfalle die Leptombündel; einzelne Zellgruppen zeigen auch schwach sklerenchymatisch verdickte Zellwände mit deutlich ausgebildeten Tüpfeln.

Die Markzellen der gestörten Zonen sind im allgemeinen bedeutend kleiner als in normalen Stengelteilen. Wo, wie in dem in Abb. 10 wiedergegebenen Fall zumindest in einzelnen Teilen des Markes noch keine durchgreifenden Veränderungen eingetreten sind, sind die Markzellen.



die den primär angelegten entsprechen, ebenso wie die Rindenzellen in radialer Richtung gestreckt. An dem in dieser Abbildung wiedergegebenen Stengelquerschnitt ist das Zentrum des Markes bereits abgestorben. Aus dem umgebenden Parenchym hat sich ein Folgemeristem differenziert, das — wie auch sonst immer — in seinem Verlauf dem Umriß des abgestorbenen Gewebes folgt und reihenweise parallel angeordnete Zellreihen nach Art eines Wundkorkes oder eines Phellogs ausbildet.

In den meisten Fällen ist jedoch die Anordnung des neugebildeten Gewebes bedeutend unregelmäßiger: Abb. 8 ist ein Beispiel dafür. Um zahlreiche vollkommen unregelmäßig zerstreut liegende nekrotische Gewebspartien hat sich je ein Folgemeristem ausgebildet, das mit mehr oder minder großer Gleichmäßigkeit und Schnelligkeit phellogartiges Gewebe ausbildet. Das dazwischen liegende parenchymatische Grundgewebe aus nicht in Reihen liegenden Zellen ist jedenfalls bedeutend kleinzelliger als das Parenchym des normal ausgebildeten Markes.

### 3. Die histochemische Untersuchung.

Die vergleichende histochemische Untersuchung normaler und in ihrem Aufbau gestörter Stengelquerschnitte ließ einige weitere bemerkenswerte Einzelheiten erkennen. Der normal gebaute Stengel zeigt das gewohnte Verhalten: Das Rinden- und Markgewebe besteht ausschließlich aus Zellen, die mit Chlorzinkjod die blauviolette Zellulosereaktion geben; auch die sklerenchymatisch verdickten Membranen zeigen die gleiche Färbung, wenn auch bedeutend weniger intensiv. Die verholzten Elemente des Gefäßbündelringes geben mit Phloroglucin-Salzsäure die typische Rotfärbung.

An den Stengelteilen mit gestörtem Aufbau gibt nun die Hauptmasse der Rinden- und Markzellen mit Chlorzinkjod gleichfalls die Zellulosereaktion, wobei sich die außen liegenden (nicht sklerenchymatisch ausgebildeten) Rindenzellen intensiver anfärben als die entsprechenden Sklerenchymelemente im normalen Stengel. Abgestorbene Zellen und Zellnester färben sich gelblichbraun, ebenso auch einzelne anscheinend verkorkte Zellschichten (Gelbfärbung mit konz. Kalilauge!) in der unmittelbaren Umgebung nekrotischer Nester. Die Hauptmasse der durch die Tätigkeit der Folgemeristeme im Umkreis der Nekrosen in Reihen ausgebildeten Zellen verhält sich verschieden: In den meisten Fällen geben sie mit Ausnahme der einen oder zwei Schichten an der Grenze der nekrotischen Elemente die blauviolette Zellulosereaktion, mitunter aber nehmen sie eine gelblichbraune Farbe an, was auf eine Verkorkung hinweist, die auch mit Kalilauge erwiesen werden konnte. Die durch die Tätigkeit der Folgemeristeme in Reihen ausgebildeten Zellgruppen besitzen also in der Mehrzahl der Fälle (zumindest in den untersuchten Stadien), wie auch schon das Vorhandensein eines Zell-

inhaltes erkennen läßt, den Charakter eines Pheloids; mitunter aber handelt es sich bereits um ein typisches Korkgewebe. Die Zellwucherungen (einzelne blasenförmig vorgewölbte Zellen) an den Grenzflächen der Hohlräume geben fast ausnahmslos die Zellulosereaktion.

Die Prüfung der Querschnitte gestörter Stengelzonen mit Phloroglucin-Salzsäure hatte ein bemerkenswertes Ergebnis. Schon bei der mikroskopischen Prüfung ohne Anwendung von Reagentien waren an einzelnen Schnitten mitten im gestörten Markgewebe parenchymatische Zellgruppen durch eine stärkere Membranverdickung sowie durch die Ausbildung deutlich kenntlicher Tüpfel aufgefallen. Mit Phloroglucin-Salzsäure erwiesen sich diese Zellen verholzt. Sie liegen stets am äußeren Rande größerer, radiär angeordneter, sekundär entstandener Zellkomplexe. Eine mitunter noch leicht angedeutete reihenförmige Anordnung auch dieser Zellgruppen weist darauf hin, daß auch sie erst sekundär durch Tätigkeit eines Folgermeristems entstanden sind.

#### 4. Auswertung der Ergebnisse und Ursachenfrage.

Das Vorhandensein eines großen Hohlraumes im Mark, ohne daß im Gewebe — zumindest in einzelnen Fällen — nennenswerte Nekrosen nachzuweisen sind, weist unter Berücksichtigung der verhältnismäßig geringen Zellgröße der Markzellen der gestörten Zone darauf hin, daß hier primär eine lokale Wachstumshemmung zur Auswirkung kam, so daß das zentrale Gewebe der Vergrößerung der Rinde und des Gefäßbündelzylinders nicht zu folgen vermochte und unter dem Einfluss der auftretenden Spannungen endlich zerriß. An den Reißflächen treten die schon erwähnten Wucherungen auf, die zur Ausbildung großer in den Markhohlraum vorgewölbter Zellen führen.

Wie die Untersuchung eines umfangreichen Materials ergab, treten die Nekrosen im Markgewebe vorerst mehr gegen die Mitte zu auf, erst später wird auch die dem Gefäßbündelring genäherte Zone davon betroffen.

Soweit die Durchsicht der gesamten mir zur Verfügung stehenden Literatur ein Urteil ermöglicht, sind ähnliche mit Wachstumsstörungen verbundene Nekrosen von der Tomate bisher nicht bekannt. Die vor allem aus Amerika als „hollow stem“ beschriebene Erscheinung ist gänzlich anderer Natur (vgl. Rolfs 1907 u. 1913); sie zeigt sich unmittelbar nach dem Aussetzen der Pflanzen ins Freiland und ist eine mit einem Aufreißen des Stengelinnern verbundene physiologische Erkrankung, die mit einer Wachstumsstörung infolge der geänderten Außenbedingungen zusammenhängt. Die Erscheinung soll vor allem an überfütterten, mit Stickstoff überdüngten und stark getriebenen Pflanzen auftreten, die dann — zumindest z. T. — schon nach kurzer Zeit zugrunde gehen. Die beschriebene Triebstauchung aber zeigt sich erst in einer

Triebhöhe von 60—80 cm, nachdem die Pflanzen im Freiland bereits ausgezeichnet angewachsen waren.

Auch mit keiner der bekannten Viruskrankheiten besteht Übereinstimmung der Symptome, wenn auch eine Stauchung der Internodien und ein Auftreten von Nekrosen im Stengel — neben anderen Krankheitserscheinungen — die Folge von Virusinfektionen sein kann. (Vgl. z. B. Moore 1932 und Smith 1935). Es sei in diesem Zusammenhang nochmals betont, daß die Blätter keinerlei Krankheitssymptome erkennen ließen.

Auch von der der Tomate systematisch nahestehenden und besonders gut untersuchten Kartoffel sind ähnliche Erscheinungen nicht bekannt. Bei der von Barrus und Chupp (1922) beschriebenen Erscheinung des „Yellow dwarf“ zeigten sich wohl in Mark und Rinde der Stengelknoten braune Flecken, die äußeren Krankheitssymptome sind jedoch ganz andersartig.

Mit der als Symptom verschiedener Viruskrankheiten auftretenden Phloemnekrose, die sich vor allem an den markständigen Leptombündeln zeigt, besteht kein Zusammenhang. Die beobachteten Nekrosen gehen stets von parenchymatischen Zellen aus, nie von den Leptombündeln: auch in den übrigen Symptomen besteht nicht die geringste Übereinstimmung (vgl. Sorauer, 6. Aufl., Bd. 1, Brehmer und Rochlin 1931, Quanjer 1931, Artschwager 1923, usw.). Vor allem sind es die Erscheinungen der Blattrollkrankheit, der „top necrosis“ und „acronecrosis“ der Kartoffel, bei denen Phloemnekrose eintritt.

Als nicht näher bekannte „Insektenschäden“ beschreibt Artschwager (1923) Schädigungen des Stengels der Kartoffel, die sich äußerlich durch Anschwellungen, Pusteln und Wucherungen kundgeben, Deformationen und Verfärbungen der Blätter, sowie Stauchung der Internodien hervorrufen und im Leitungs- und Rindengewebe lokale nekrotische Veränderungen, sowie Regionen mit Zellneubildungen bedingen; neben Merkmalen, die der von mir beschriebenen Erscheinung entsprechen, zeigen sich also auch große Verschiedenheiten; die von Artschwager beigegebene Abbildung läßt jedenfalls ein ganz andersartiges Krankheitsbild erkennen.

Schander und Bielert (1928) beschreiben in ihrer Arbeit über die Degenerationserscheinungen im Phloem der Kartoffelpflanze anhangsweise auch Nekrosen in Mark und Rinde von Stengel und Blattstiel: Um die ganz unregelmäßig geformten abgestorbenen Zellgruppen bilden sich — wie im vorliegenden Fall bei den Tomaten — aus den angrenzenden Parenchymschichten Zonen von Folgemeristem, das reihenförmig angeordnetes Wundgewebe ausbildet. Über die Ursache dieser Nekrosen ist nichts bekannt. Im anatomischen Krankheitsbild zeigt sich eine Verwandtschaft mit der Erscheinung der „net necrosis“ in Kartoffel-

knollen. Äußerlich kenntliche Symptome — wie etwa Stauchungen der Internodien — dürften im Zusammenhang mit diesen Nekrosen nicht aufgetreten sein, da von den Verfassern darüber nichts erwähnt wird.

Auch über die Ursache der beschriebenen Erkrankung der Tomatenriebe konnte einstweilen nichts bestimmtes in Erfahrung gebracht werden. Die Untersuchungen sollen jedenfalls bei Wiederauftreten der eigenartigen Stauchung fortgesetzt werden. Bakterien und Pilze sind mit Sicherheit als Krankheitserreger auszuschließen.

Aus dem Krankheitsbild, vor allem aus der Tatsache des Bestehens einer scharfen Grenze zwischen normalem und gestauchtem Stengelteil, sowie aus dem mikroskopischen Bild der gestörten Grenzzone, gewinnt man den Eindruck, daß ein längere Zeit fortwirkendes Agens in dieser Zone eingewirkt hat, primär die tiefgehenden Störungen im anatomischen Aufbau hervorrief und sekundär die Stauchung der Internodien bedingte. Aus der Tatsache, daß der Gefäßbündelring im allgemeinen ziemlich normal ausgebildet ist, kann mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß die Ursache der Wachstumsstörung erst einzuwirken begann, nachdem bereits die Differenzierung des Gefäßbündelringes erfolgt war, der Stengel aber bei weitem noch nicht seinen endgültigen Durchmesser erreicht hatte, da ja Mark- und vor allem Rindenzellen — auch die primär im Vegetationspunkt angelegten Zellen — tiefgehend verändert wurden (z. B. Streckung in radialer Richtung). Wahrscheinlich begann das störende Prinzip an der betreffenden jungen Stengelzone bereits ein kurzes Stück unterhalb des Vegetationspunktes einzuwirken.

Die Ursache dürfte weiters, wie aus dem Aussehen der betroffenen Pflanzen zu schließen ist, in allen Fällen etwa zum gleichen Zeitpunkt einzuwirken begonnen haben: Stets zeigte sich der Übergang vom normalen zum gestauchten Trieb in einer Höhe von etwa 90 cm über dem Erdboden. Wären die Pflanzen nicht sämtlich eintriebzig gezogen worden, so hätte das Vorkommen der Triebstauchung nur an einzelnen oder an allen Trieben einer Pflanze vermutlich gewisse Rückschlüsse bezüglich der Ursache ermöglicht.

Daß die Wuchsstörung auf eine rein mechanische Verletzung zurückgeht, ist mit Sicherheit auszuschließen, da die Übergangsstelle äußerlich völlig unbeschädigt erscheint. Die mitunter bis ins Mark reichende einseitige Einbuchtung ist eindeutig die Folge gestörter Wachstumsprozesse, nicht aber einer mechanischen Verletzung. Eine Störung „physiologischer“ Art, etwa durch die lokalen Bodenverhältnisse (im Zusammenhang mit der Witterung) bedingt, ist nach dem Krankheitsbild nicht sehr wahrscheinlich, aber selbstverständlich auch nicht ausgeschlossen; das vereinzelte, anscheinend streng lokale Auftreten der Erscheinung weist auf diesen Ursachenkomplex zweifellos etwas hin. Die Frage einer Virusinfektion muß offen gelassen werden, wenn auch



die äußeren Symptome nicht sehr dafür sprechen. Das gleiche gilt auch hinsichtlich eventueller Insektenschäden, für die sich jedoch gleichfalls kein bestimmter Anhaltspunkt ergab. Jedenfalls sei in diesem Zusammenhang auf die tiefgreifenden und langandauernden Wachstumsstörungen als Folge von Wanzenstichen hingewiesen, ohne daß jedoch mit dieser Bemerkung auch nur eine bestimmtere Vermutung ausgedrückt sein soll.

### Zusammenfassung.

An Tomaten wurde eine auffallende Stauchung der oberen Teile der Triebe festgestellt, wobei die Grenze zwischen unterem normal ausgebildetem Stengelteil und oberem gestauchtem Abschnitt deutlich ausgeprägt ist. Die Erscheinung hängt mit schweren lokalen Wachstumsstörungen, Nekrosen und Zellneubildungen im Stengel — vor allem im Mark — zusammen. Über die Ursache ist einstweilen nichts näheres bekannt.

### Schriftenverzeichnis.

- Artschwager, E. F. Occurrence and significance of phloem necrosis in the Irish potatoes. Journ. Agric. Res., **24** (1923) 237.  
 Barrus, M. F. and Chupp, C. C. Yellow dwarf of potatoes. Phytopathology **12** (1922) 123.  
 Brehmer, H. und Rochlin, E. Histologische und mikrochemische Untersuchungen über pathologische Gewebeveränderungen viruskranker Kartoffelstauden. Phytopath. Zeitschr. **3** (1931) 471.  
 Moore, E. S. The krommek or Kat River disease of tobacco and tomato in the East province South Africa. So. Africa Dept. Agric. Sci. Bull. **123** (1933).  
 Quanjer, H. M. The methods of classification of plant viruses and an attempt to classify and name potato viruses. Phytopathology **21** (1931), 577.  
 Rolfs, P. H. Tomato diseases. Florida Agric. Exp. Sta. Bull. **91** (1907).  
 Rolfs, P. H. Tomato diseases. Univ. Florida Agric. Exp. Stat. Bull. **117** (1913).  
 Smith, K. M. New virus diseases of the tomato. Journ. Roy. Hort. Soc. **60** (1935), 448.

## Berichte.

### I. Allgemeines, Grundlegendes und Umfassendes.

Dorn, P.: Pflanzen als Anzeichen für Erzlagerstätten. Der Biologe **6**, 11—13, 1937, Heft 1.

Es werden die Pflanzen aufgezählt, die als Anzeiger für Zinn-, Zink-, Blei-, Gold-, Silber-, Kupfer- und Quecksilberlager gelten. Bei dem heutigen Stande der Spurenelementforschung haben vielleicht die Zink und Kupfer anzeigenden Pflanzen Interesse. Es sind dies für Zink: *Viola calaminaria* Lej. („Galmeiveilchen“), *Viola lutea* Sm., *Thlaspi calaminare* Lej. et Court. („Erzblume“) und *Thlaspi cepaeaeifolium* Koch (Südostalpen), für Kupfer: *Polycarpaea spirostyles* F. M. Muell. (Nordaustralien), mit Einschränkung auch *Alsine verna* L. und *Armeria vulgaris* sowie die Laubmoose *Mielichhoferia nitida* und *Scopelophila ligata*.

B. Rademacher (Bonn).

## II. Nicht-infektiöse Krankheiten und Beschädigungen.

**Pohjakallio, Onni:** Untersuchungen über die Weißährigkeit des Wiesenschwingsels. Maataloustieteellinen Aikakauskirja (Journal of the scientific agricultural Society of Finland) 8, 242—250, 1936.

Verfasser beobachtete im Juni 1936 bei Wiesenschwengel zweimal eine Erhöhung des Anteils weißähriger Halme bei plötzlichem Einbruch trockener Luftmassen nach feuchter Periode und bei genügend feuchtem Boden. Gewichtsmäßige Messungen des Druckes, mit dem die oberste Blattscheide des Wiesenschwingsels Rispe und Halm umschließt, ergaben am 14. 6. bis 600 g, am 28. 6. sogar über 1 kg. Diese starke Pressung führt unter bestimmten Bedingungen zu Verkrümmungen in der meristematischen Zone des rispen-tragenden Halmgliedes. Dadurch kann Saftstockung und damit eine Form der Weißährigkeit entstehen, die beim Wiesenschwengel allgemein zu sein scheint. Tierische Parasiten waren 1936 in Jokioinen an der Weißährigkeit des Wiesenschwingsels kaum beteiligt. B. Rademacher (Bonn).

## IV. Pflanzen als Schaderreger.

### A. Bakterien.

**Stapp, C. und Hähne, H.:** Zur Frage der Resistenz von Buschbohnsensorten gegen den Erreger der Fettfleckenkrankheit *Pseudomonas medicaginis* var. *phaseolicola* Burkh. Angewandte Botanik, 18, S. 249—262, 1936.

Nach dem von Stapp ausgearbeiteten Gewächshausverfahren und in Freilandversuchen wurden 56 Buschbohnsensorten in 360 bzw. 476 Herkunftsfamilien auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen *Ps. medicaginis* var. *phaseolicola* geprüft. Hoch anfällig waren in beiden Prüfungsverfahren die Sorten: Hinrichs Riesen bunte m. F., St. Andreas, Peterseims Siedlerstolz, Riesen Flageolet 800, Riesen Schecken, Ruhm von Thüringen, Wachs Amtsrat Koch o. F., Wachs Beste von Allen (= Wachs Brittle), Wachs Erfurter Markt o. F. (= Wehrdener Brech), Wachs Ernteseigen o. F. und Wachs Herbstsegen o. F. Die größte Resistenz zeigten: Doppelte Holländische Prinzeß m. und o. F., Allerfrüheste weiße m. F., Erfurter Konservenwunder, Hundert für Eine mit gelber Bohne, Konserva o. F., Zucker Perl Perfektion o. F., Kaiser Wilhelm, Kaiser Wilhelm Riesen, Schlachtschwert extra breite und Nordstern. Jedoch ergab sich nicht immer eine Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden. Auch verschiedene Herkunftsfamilien der gleichen Sorte verhielten sich bezüglich ihrer Resistenz unterschiedlich. Eine Erklärung hierfür kann noch nicht gegeben werden. W. Maier (Geisenheim a. Rh.).

### B. Pilze.

**Kaiser, W.:** Zur Biologie und Entwicklungsgeschichte einiger *Entyloma*-Arten. Angewandte Botanik, 18, S. 81—131, 1936.

Während die Sporen des Boraginaceenbrandes auch nach verschiedener Vorbehandlung unter künstlichen Bedingungen nicht zur Keimung gebracht werden konnten, keimten die Brandsporen von *Entyloma calendulae* de Bary, *E. arnosericum* Sydow und *E. dahliae* Sydow in Wasser bei 18—20 ° C nach 1½—2 Tagen. Die Kernteilung geht im Promycel vor sich. Nur bei Ausbildung zweier Keimschläuche teilt sich der diploide Brandsporenkern wahrscheinlich in der Spore, worauf die beiden Tochterkerne in die Promycelien wandern. Die Keimung erfolgt nur im Licht und wird durch 0,0002% ige



Eosinlösung gefördert. Die optimale Temperatur ist 12—15 ° C. Nur *E. arnoseridis* ließ sich auf Möhrendekokt-Agar, Malzextrakt und Rohrzucker in Reinkultur nehmen. Jedoch verlor der Pilz hierdurch seine Infektionskraft gegenüber *Arnoseris minima*.

Für die Biologie des Boretschbrandes ist wichtig, daß als Überwinterungsform des Pilzes Brandsporen und Konidien zu gelten haben, eine Übertragung durch die Samen der Wirtspflanzen jedoch nicht nachgewiesen werden konnte. Infektionsversuche und Messungen an Brandsporen ergaben, daß die auf *Borago officinalis* und *Symphitum officinale* einerseits und auf *Myosotis palustris* und *M. silvatica* andererseits vorkommenden Formen des Boraginaceenbrandes biologische Rassen von *Entyloma Fergussoni* (B. und Br.) Plowright sind.

W. Maier (Geisenheim a. Rh.).

## V. Tiere als Schaderreger.

### D. Insekten und andere Gliedertiere.

Schwerdtfeger, F.: Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Mit 27 teils farbigen Abbildungen auf 7 Tafeln zur Bestimmung der gefundenen Insekten. — Verlag Paul Parey, Berlin. 1937. 20 S., Preis 1.35 RM.

Die in den preußischen Staatsforsten üblichen Probesuchen nach den in und unter der Bodendecke überwinternden Schadinsekten sind von besonderer Bedeutung für die Voraussage des Schädlingsauftretens. In ausgedehnten Probebeständen werden alljährlich bei offenem und weichem Wetter die Bodendecke und etwa 3 cm der obersten Bodenschicht nach den Überwinterungsstadien schädlicher Kieferninsekten (Kiefernspanner, Forleule, Kiefernspinner, Blattwespe) und ihrer Parasiten (Raupefliegen und Schlupfwespen) durchsucht. Stete und sorgfältige Kontrolle des Schädlingsbesatzes mittels der Suchen gestatten frühes Erkennen einer Massenvermehrung und rechtzeitigen Einsatz sicher wirkender Bekämpfungsmittel (Bestäuben mit Fraß- und Kontaktgiften, Leimen).

Dem Bedürfnis des Revierbeamten nach einer sicheren Anleitung zur Vornahme der Probesuchen, Bestimmung der gefundenen Insekten und Auswertung der Suchergebnisse entsprang das vorliegende Heft; es ist diesen Anforderungen voll gerecht geworden.

Ein einführender Textteil, dem der RdErl. d. MPräs. v. 23. 7. 1934 — 9925 — betr. Schädlingsbeobachtung zugrunde liegt, behandelt in übersichtlicher Form: Ort, Zeit und Technik der Probesuchen, Aufzeichnung der Suchergebnisse, besondere Suchen bei drohender Massenvermehrung, Kosten der Probesuchen und die Weiterbehandlung der Suchergebnisse bis zur Eintragung in das Puppenbuch.

Unter Berücksichtigung der zu Verwechslungen führenden Merkmale folgt eine Beschreibung der Puppen von Kiefernspanner, Forleule, Kiefernschwärmer, Kiefernblattwespe, Schlupfwespen (*Banchus femoralis* und *Enicospilus ramidulus*) und der Puparien von Tachinen. Eine glückliche Ergänzung erfährt der Text durch die gelungene Wiedergabe farbiger Abbildungen aller Puppen und Puparien, für die Dr. Heidenreich, Eberswalde, verantwortlich zeichnet. Eine Umrißzeichnung jeder Puppe in natürlicher Größe sowie charakteristische Photographien vom Kiefernspinner, verpilzten und parasitierten Puppen vervollständigen das Bildmaterial. Eine

Tafel zur Bestimmung von Spannerpuppen nach dem Abdominalende bildet den Abschluß.

Das handliche und gut ausgestattete Heft wird bei der Suche nach Kieferninsekten und ihrer Bestimmung ein guter Berater sein.

Subklew (Werbellinsee).

**Brandt, H.:** Zur Prognose der als Puppe überwinterten forstlichen Großschmetterlinge. Forstarchiv, **12**, S. 358—360, 1936.

Die Arbeit deckt sich inhaltlich mit der folgenden; siehe nachstehendes Referat.

Subklew (Werbellinsee).

**Brandt, H.:** Puppengewicht, Puppengröße und Eizahl beim Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L. Mitt. a. Forstwirtschaft. u. Forstwiss., **7**, S. 413—428, 1936.

Die mit Herkunft und Zeit schwankende Zeugungskraft eines Schädlings belastet die Voraussage über das Auftreten forstlicher Schadinsekten mit einer Unsicherheit, deren Ausmerzung wiederholt angestrebt wurde. Vorliegende Arbeit sucht in Puppengewicht und „Puppengröße“ (größtem Breiten-durchmesser) nähere Beziehungen zur Eiproduktion des Kiefernspanners festzulegen. Das Untersuchungsmaterial ist auf zwei verschiedene Herkünfte zu beziehen. Mittleres Gewicht und mittlere „Größe“ waren bei allen Spannerpuppen dem Geschlecht und der Herkunft nach unterschiedlich. Der größte Durchmesser blieb während der Puppenruhe konstant, das Gewicht unterlag einer bestimmten Abnahme infolge von Stoffwechselvorgängen. Zur gleichen Zeit gewogene Puppen gleicher „Größe“ hatten jedoch gleiches Gewicht, ungeachtet ihrer Herkunft und des Geschlechtes. Der Verfasser sieht in der Beziehung zwischen Größe und Gewicht eine Funktion dritten Grades.

Der größte Durchmesser der weiblichen Spannerpuppe steht in fester Beziehung zur Gesamtzahl legereifer Eier. Das Verhältnis ist durch eine lineare Funktion gekennzeichnet. Aus Puppen gleicher „Größe“ geschlüpfte Spannerweibchen entwickelten eine gleiche Anzahl legereifer Eier. Verschieden lange, natürliche Lebensdauer beeinflusste das Ergebnis nicht.

Nach den Erfahrungen des Verfassers dürfte für eine bestimmte „Puppengröße“ beim Kiefernspanner auch die zu erwartende Eizahl vorauszusagen sein. Ob diese Voraussage den für die Praxis erforderlichen Grad von Genauigkeit erreicht, bleibt abzuwarten.

Subklew (Werbellinsee).

**Schwerdtfeger, F.:** Kulturschädlinge nach Forleulenfraß. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, **68**, S. 653—660, 1936.

Der Forstamtsbezirk Waitze (Grenzmark) hat durch den Fraß der Forleule in den Jahren 1922—24 rund 70% seiner Holzbodenfläche eingebüßt. Schlagweiser Hochwald ist einer riesigen Kulturfläche gewichen. Die dadurch bedingten Verschiebungen in der Lebensgemeinschaft sind gekennzeichnet durch das stärkere Auftreten unter normalen Verhältnissen seltener Kulturschädlinge: Graurüßler (*Brachyderes incanus* L.), Kiefernknospentriebwickler *Eretia brioliana* Schiff.) und Kieferntriebwickler (*Evetria turionana* Hb.). Sonnige Hänge (S, SW), Anhöhen, Kuppen und schlechte Böden werden bevorzugt besiedelt. Die Pflanzen erleiden Zuwachsverlust und werden nutzholzuntauglich. Die rote Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion sertifer* Geoffr.) und die Kiefernadelscheidengallmücke (*Cecidomyia brachyntera* Schwaeg.) sind weit verbreitet, ohne nennenswerten Schaden anzurichten. — Maikäfer (*Melolontha*) und Rüsselkäfer (*Hyllobius abietis* L.), wichtigste Kulturschädlinge, fehlen fast ganz. Ersterem mangelt es an Fraßbäumen



während der Schwärmzeit, letzterem an frischen Stubben für die Brut. — Zu beachten ist, daß die Verschiebung der Schädling fauna zugunsten mehr oder weniger ausgesprochener Kulturschädlinge keine Vergrößerung der normalen Nachbesserungsschäden zur Folge gehabt hat. Die Gesamtnachbesserungsfläche steht in Waitze mit 36% noch unter dem Durchschnitt (48%) in Preußen. Subklew (Werbellinsee).

**Bouhelier, R. et Hudault, E.:** Un dangereux parasite de la vigne au Maroc (*Dorystenes forficatus* F., Col. Céramb.). Revue de Zoologie agricole et appliquée. 35, S. 145, 1936.

Verf. berichten von starken Schädigungen dieses Bockkäfers, der bei Boulhaut (Chaouïa, Marokko) in Junganlagen auftrat, wo in den vorhergehenden Jahren Zwergpalmen (*Chamaerops humilis*) gestanden hatten. Nach deren Rodung war der Käfer offenbar wegen Nahrungsmangel von den Palmen auf die Reben übergegangen. Auf einer Fläche von 5 ha waren 32% der Reben befallen. Auch faulende Rebstickel wurden heimgesucht. Die  $4,5 \times 1,5$  mm großen Eier schlüpften im Juni und Juli, etwa 20—25 Tage nach der Eiablage. Auf das wahrscheinlich 2 oder 3 Jahre dauernde Larvenstadium folgte ein Puppenstadium von etwa 20 Tagen. Kurze Zeit nach dem Schlüpfen und der Paarung legten die Weibchen etwa 60 Eier in Gruppen zu 2—5 ungefähr 2—3 cm tief in den Erdboden. Die Larven nagten in etwa 15 cm Tiefe an den Wurzeln, krochen meist in die Pfahlwurzel der Reben hinein und durchbohrten sie in Fraßgängen bis in Höhe des Wurzelhalses. Die Reben verwelkten und ließen sich leicht herausreißen. Der Schaden wurde im Juli sichtbar. Böttcher (Geisenheim a. Rh.).

**Wiesmann, R.:** Untersuchungen über die Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* Linné. III. Mitteilung. Landw. Jahrb. d. Schweiz, Heft 8, 1936.

Im Anschluß an frühere Untersuchungen werden weitere epidemiologische Studien veröffentlicht, die die alten Befunde größtenteils bestätigen. Das Schlüpfen der Fliegen begann Mitte Mai und endete Anfang Juni. Die Flugperiode dauerte 68 Tage. Unter schlecht geernteten Kirschbäumen fanden sich vielfach über 100 Puppen je Quadratmeter, aber auch unter Kirschbäumen mit spät reifenden Früchten, die sorgfältig geerntet worden waren, wurden bis zu 74 Puppen je Quadratmeter festgestellt. Das Überliegen von Puppen im Boden konnte bestätigt werden. Besondere Beachtung verdienen Untersuchungen über die Physiologie der Puppen. Eine Verpuppung der Larven unter Luftabschluß ist nicht möglich, desgleichen nicht in wasser-gesättigtem Boden und bei Temperaturen von  $0-2^{\circ}\text{C}$ . Sie erfolgt erst oberhalb  $4^{\circ}\text{C}$ . Die Tönnchenpuppen sind für Wasser nur in ganz geringem Maße durchlässig, so daß sie durch einen zweimonatlichen Aufenthalt unter Wasser nicht geschädigt werden. Bekämpfungsversuche haben ergeben, daß Atemgifte ungeeignet sind, während mit Berührungsgiften wie Kresolseife, Petrol- und Benzinemulsionen und stark leicht- und mittelölhaltigen Obstbaumkarbolinen gute Erfolge gegen die Puppen erzielt worden sind. In Freilandversuchen versagten Paradichlorbenzol und Rohnaphtalin. Bewährt hat sich 8% iges Obstbaumkarbolineum. Böttcher (Geisenheim a. Rh.).